

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Yutaka KAI et al.

Application No.:

Group Art Unit:

Filed: February 27, 2004

Examiner:

For: OPTICAL COMMUNICATION SYSTEM

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2003-051741

Filed: February 27, 2003

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: 2/27/04

By: Richard A. Gollhofer
Richard A. Gollhofer
Registration No. 31,106

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500

JAPAN PATENT OFFICE

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this office.

Date of Application: February 27, 2003

Application Number: Patent Application No. 2003-051741
[ST.10/C] [JP2003-051741]

Applicant(s): FUJITSU LIMITED

December 22, 2003

Commissioner,

Japan Patent Office Yasuo IMAI

Certificate No. P2003-3106421

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 2月27日
Date of Application:

出願番号 特願2003-051741
Application Number:

[ST. 10/C]: [JP 2003-051741]

出願人 富士通株式会社
Applicant(s):

2003年12月22日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3106421

【書類名】 特許願

【整理番号】 0253859

【提出日】 平成15年 2月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 10/02
G02F 1/11

【発明の名称】 光伝送装置

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

【氏名】 甲斐 雄高

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

【氏名】 宮田 英之

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100074099

【住所又は居所】 東京都千代田区二番町 8 番地 2 0 二番町ビル 3 F

【弁理士】

【氏名又は名称】 大菅 義之

【電話番号】 03-3238-0031

【選任した代理人】**【識別番号】** 100067987**【住所又は居所】** 神奈川県横浜市鶴見区北寺尾 7 - 2 5 - 2 8 - 5 0 3**【弁理士】****【氏名又は名称】** 久木元 彰**【電話番号】** 045-573-3683**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 012542**【納付金額】** 21,000円

【その他】 国等の委託研究の成果に係る特許出願（平成 1 4 年度通信・放送機構「フォトニックネットワークに関する光アクセス網高速広帯域通信技術の研究開発」委託研究、産業活力再生特別措置法第 3 0 条の適用を受けるもの）

【提出物件の目録】**【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 9705047**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光伝送装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 波長分割多重 (WDM) 方式で多重化されている信号光から特定の波長の信号光を透過して抽出し、制御信号に応じて透過波長特性が変化する光チューナブルフィルタと、

前記光チューナブルフィルタによって抽出された信号光が入力される光透過フィルタであって、波長帯域において連続している第一集合帯域と該第一集合帯域よりも波長の長い波長帯域であって連続している第二集合帯域との間の波長において透過特性の山の頂点を有し、且つ、該山の頂点から該第一集合帯域よりも短波長側へ向けて及び該山の頂点から該第二集合帯域よりも長波長側へ向けて各々直線状に透過特性が低下する透過波長特性を有する該光透過フィルタと、

前記光透過フィルタを透過した透過光に基づいて、所定の波長の信号光を前記光チューナブルフィルタに抽出させるための前記制御信号を生成する制御信号生成手段と、

を有することを特徴とする光伝送装置。

【請求項 2】 前記光透過フィルタを透過した透過光の光の強度を検出する第一光強度検出手段と、

前記光透過フィルタの透過波長特性を示す情報が格納されている格納手段と、を更に有し、

前記制御信号生成手段は、前記多重化された信号光の全てが含まれる波長帯域の全体で前記光チューナブルフィルタの透過波長特性を走査させたときに該走査に応じて前記第一光強度検出手段によって得られる光の強度と、前記格納手段に格納されている情報とに基づいて前記制御信号を生成する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の光伝送装置。

【請求項 3】 前記光透過フィルタを透過した透過光の光の強度を検出する第一光強度検出手段と、

前記光透過フィルタへの信号光の入力に応じて該光透過フィルタから取り出される反射光であって、前記光透過フィルタを透過した透過光に与えられる透過波

長特性とは逆の特性である反射特性が与えられている該反射光の光の強度を検出する第三光強度検出手段と、

を更に有し、

前記制御信号生成手段は、前記第一光強度検出手段と前記第三光強度検出手段との各々で検出された光の強度に基づいて前記制御信号を生成する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の光伝送装置。

【請求項 4】 波長分割多重 (WDM) 方式で多重化されている信号光から特定の波長の信号光を透過して抽出し、制御信号に応じて透過波長特性が変化する光チューナブルフィルタと、

前記光チューナブルフィルタによって抽出された信号光が入力される光透過フィルタであって、波長帯域において連続している第一集合帯域と該第一集合帯域よりも波長の長い波長帯域であって連続している第二集合帯域との範囲に渡って透過特性が単調な変化を呈している透過波長特性を有する該光透過フィルタと、

前記光透過フィルタを透過した透過光に基づいて、所定の波長の信号光を前記光チューナブルフィルタに抽出させるための前記制御信号を生成する制御信号生成手段と、

を有することを特徴とする光伝送装置。

【請求項 5】 波長分割多重 (WDM) 方式で多重化されている信号光であって、波長帯域において連続している第一集合帯域、該第一集合帯域よりも波長の長い波長帯域であって連続している第二集合帯域、及び該第一集合帯域よりも波長の短い波長帯域であって連続している第三集合帯域を使用して多重化されている該信号光から特定の波長の信号光を透過して抽出し、制御信号に応じて透過波長特性が変化する光チューナブルフィルタと、

前記光チューナブルフィルタによって抽出された信号光の検出を行う検出手段と、

前記光チューナブルフィルタによって抽出された信号光のうち該光チューナブルフィルタに入力された信号光に常に含まれており、一方は前記第一集合帯域と前記第二集合帯域との間の波長であり、他方は該第一集合帯域と前記第三集合帯域との間の波長であることが判明している 2 つの基準信号光の検出を行う基準信

号光検出手段と、

前記光チューナブルフィルタに抽出させる信号光の波長が前記第二集合帯域に含まれるものであるときには、前記基準信号光検出手段による検出の結果のうち前記第一集合帯域と該第二集合帯域との間の波長であることが判明している基準信号光についての該結果と前記検出手段による前記信号光の検出の結果とに基づいて前記制御信号を生成し、該光チューナブルフィルタに抽出させる信号光の波長が前記第三集合帯域に含まれるものであるときには、該基準信号光検出手段による検出の結果のうち該第一集合帯域と該第三集合帯域との間の波長であることが判明している基準信号光についての該結果と該検出手段による該信号光の検出の結果とに基づいて該制御信号を生成する制御信号生成手段と、

を有することを特徴とする光伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、波長分割多重（WDM：Wavelength Division Multiplexing）方式による光通信技術に関し、特に、WDM方式により多重化された複数の波長の信号光から所望の波長の信号光を抽出するために使用される光チューナブルフィルタを制御する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

インターネットトラフィックを中心とするデータ通信需要の爆発的な増大に伴い、バックボーンネットワークの大容量化、超長距離化が求められている。また、ユーザの利用するサービスも多種多様となることから高信頼で柔軟性に富み、経済的なネットワークも同時に実現することが求められている。

【0003】

波長分割多重（WDM）伝送技術と光増幅技術の進歩により、伝送容量の大容量化や伝送距離の超長距離化が近年飛躍的に進み、伝送路コストの低減をもたらしている。しかし、信号の高速化・大容量化に追従させてネットワークノードの情報処理能力を増大させるために、従来の光電気変換や電気スイッチ方式を採用

していたのでは、ノードコストやノード装置規模の増大をもたらしてしまう。このような背景から、光通信システムにおけるノードの低コスト化や小型化のため、大規模な電子回路を光部品に置き換えて光波長領域の光パスの単位で様々な処理を行う装置である、光分岐挿入装置（OADM: Optical Add Drop Multiplexer）や光クロスコネクタ（OXC: Optical cross Connect）装置などの光伝送装置の開発が期待されている。

【0004】

これらの装置の中では、信号光をオン／オフする、信号光を減衰させる、信号光の $1 \times n$ の切り換えを行う等の機能を持つ光スイッチや、波長毎に信号光を振り分ける波長フィルタ等の多くの光機能デバイスが用いられる。

【0005】

これらの光機能デバイスの中で、WDM信号の中から所望の波長の信号光を選択処理できる光波長選択デバイス（本明細書においては、この光波長選択デバイスを光チューナブルフィルタと称することとする）は、OADMを実現する上で重要なキーデバイスである。このような光チューナブルフィルタのひとつとして、音響光学素子（AOTF: Acousto-Optic Tunable Filter）というデバイスがある。

【0006】

OADMノードのネットワーク構成例を図20に示し、AOTFを用いたOADMの構成例を図21に示す。

図20の例ではAネットワーク1001とBネットワーク1002とがNode 1において重なりあっており、Aネットワーク1001のNode nから送られてくる、 λ_1 から λ_6 までの6種類の波長からなるWDM信号光のうち、 λ_1 、 λ_4 、及び λ_6 の3種類の信号光をAネットワーク1001からドロップさせてBネットワーク1002のNode 2へ送出し、 λ_2 、 λ_3 、及び λ_5 の3種類の信号光を透過させてAネットワーク1001のNode 2へ送出する機能をNode 1のOADMに行わせていることを図20は表している。

【0007】

図21に示したネットワークはリング構成のネットワークであり、実際に運用

されている系（work系：W系と表示）とW系の障害発生時に運用される予備系（Protection系：P系と表示）とが設けられている。このW系とP系との構成は同一であるので、ここではW系についてのみ説明する。また、図21のW系には、OADM1（W）、OADM2（W）、及びOADM3（W）の3つのOADMが設けられているが、これらはいずれも同一の構成を有しているので、ここではOADM1（W）のみについて説明する。なお、このW系及びP系のリングの途中に挿入されているASEサプレッションフィルタ2000は、リング構成のネットワークに存在する各増幅器が発生させて累積されてしまう自然光雑音（白色雑音）を除去するためのフィルタである。

【0008】

OADM3（W）からOADM1（W）へ送られてきたWDMの信号光は増幅器2001によって所定の大きさにまで増幅された後に光カプラ（CPL）2002に入力される。CPL2002を通過した信号光はリジェクション型AOTF2003に入力されるが、CPL2002によって分岐された一部の信号光は増幅器2004に入力される。増幅器2004によって増幅された信号光はCPL2005によって複数の信号光に分配され、ドロップ型AOTF2006に各々入力される。ドロップ型AOTF2006はWDM信号光から所望の波長の信号光を選択して抽出する。抽出された信号光はOADM1（W）のドロップ出力とされる。

【0009】

その後このOADM1（W）からの信号光はW系とP系との切り替え用の光スイッチ（OSW）2100を通過し、トランスポンダ2200へ入力されて光信号の復調が行われる。

【0010】

一方、このノードよりネットワークに送り込む信号（ADD入力信号）は、まずチューナブルトランスポンダ2300によって光変調されて所定の波長の信号光とされた後、OSW2400を経てOADM1（W）に入力される。この信号光は、ノードから送信する波長の異なる他の信号光とCPL2007によって多重化される。CPL2007によって多重化された信号光は増幅器2008によ

って所定の大きさに増幅された後にCPL2009に入力され、OADM3(W)からの信号光のうちリジェクション型AOTF2003によってブロッキング(抑圧)されずに通過したものに挿入されて多重化される。CPL2009によって多重化された信号光は増幅器2010によって所定の大きさに増幅された後にOADM2(W)へ向けて送出される。

【0011】

なお、リジェクション型AOTF2003及びドロップ型AOTF2006による信号光の波長選択特性は、図21のネットワーク全体の運用状況の監視を行っている監視制御系3000から与えられる情報に基づいて制御部(MC)2011によって制御される。

【0012】

このように、OADMノードには、所望の波長の信号光をノードの通過光にADD(挿入)する機能、所望の波長の信号光をノードの通過光からドロップ(抽出)する機能、そしてノードへ送られてきた信号光をブロッキング(抑制)する機能が必要になる。また、信号光を一括ドロップする機能が必要となる場合があるが、これは2つ以上のリング網あるいはネットワークが重なりあった部分のノードにおいて要求される機能で、一方のネットワークから他方のネットワークに複数波長の信号光を送り込むために用いられる機能である。また、一括ブロッキングの機能が必要となる場合があるが、これは、ノード内の通過光の中で終端させる必要がある波長の信号光や挿入される波長と衝突する複数の波長の信号光に対して必要となる機能である。

【0013】

なお、AOTFを用いたOADMについては、例えば、特許文献1、特許文献2、特許文献3などに開示されている。

ところで、OADMノードでは、任意の波長の信号光に対して分岐や挿入が可能であることがネットワークの柔軟な運営の為に重要である。この場合、前述した一括処理も任意の波長の信号光に対して行う必要があり、この点において選択波長の可変機能があるAOTFのようなデバイスは有用である。選択波長の可変機能を用いて所望の波長の信号光を選択分離する場合、デバイスのフィルタリン

グ特性の透過中心を所望の信号光の波長に完全に一致させる必要がある。この透過中心波長が信号光波長に一致しない場合には、例えばドロップ（抽出）処理では挿入損失の増大や他の波長の信号光を誤ってドロップしまう等の問題が生じてしまい、OADM装置としては致命的となる。

【0014】

一般的に、送信光源であるレーザダイオード（LD）によって発光させる光の波長は揺らぎを持っており、また、フィルタ特性を提供するデバイス自身にも経時変化、環境変化、制御誤差等で透過中心波長に揺らぎが生じる。従って、OADM装置を安定動作させるためには波長ズレ誤差を検出してフィードバック制御を行うトラッキングが必須となる。このトラッキングは、ドロップ処理の場合においては、ドロップさせた信号光を分岐させてモニタ光とし、このモニタ光を検出してそのパワー値（強度）が最大になるように制御するというものであるが、通常は、モニタ光の受光パワーの大きさのみを比較しながら制御するという手法が最も経済的でかつ効率的である（例えば、特許文献4参照）。

【0015】

【特許文献1】

特開平11-218790号公報

【特許文献2】

特開平11-289296号公報

【特許文献3】

特開2000-241782号公報

【特許文献4】

特開平8-288932号公報

【0016】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、AOTFは、わずか1℃の温度変化で選択波長が100GHzもずれてしまうというような、周囲温度に対して敏感な選択波長の変動特性を有しているため、選択波長の設定のためにAOTFに印加すべきRF（高周波）信号の最適周波数と選択波長との関係が1対1に対応せずに周囲温度の変動によって大き

く変化してしまう。一例を挙げると、25℃の周囲温度のときに170MHzのRF信号を印加した場合の選択波長が1550nmであったAOTFが、周囲温度が35℃のときには、同じ170MHzで1558nmを選択するようなことがある。このように、温度によってAOTFに印加すべきRF信号の最適周波数が異なるため、AOTFでWDM信号から任意の1波を選択するときに誤って別の信号光を選択してしまい、前述したトラッキング制御によってその誤った信号光を選択し続けてしまうことがある。

【0017】

また、WDM信号の波長帯域がいわゆるCバンド（Center wavelength band：実際の数値としては様々な定義があるが、約1525nm～1565nmの帯域）と称される連続した第一の集合帯域のみ、若しくはLバンド（Long wavelength band：同じく実際の数値としては様々な定義があるが、約1570nm～1610nm）と称される第一の集合帯域よりも波長の長い連続した波長帯域である第二の集合帯域のみなどといった各々40nm程度の帯域であれば、OADMの動作環境におけるその帯域内の所定の光信号の波長を透過させるためにAOTFに印加すべきRF信号の最適周波数を実測により求め、その検出結果から補間等の計算によりその帯域内の他の光信号の波長を透過させるためのRF信号の最適周波数を算出し、この算出された周波数を印加して所望の信号光を選択した後に前述したトラッキング制御を開始するということも可能ではある。

【0018】

しかしながら、例えば、前述したCバンドとLバンドの両方、すなわち1525nm～1610nmまでの85nmの帯域からの信号光の選択を1台の光チューナブルフィルタで行う場合には、上述方法では波長選択ミスが生じる可能性がある。

【0019】

具体的に説明すると、例えば100GHz間隔で並んだWDM信号から任意の一波の信号光の選択にAOTFに行わせるときに、選択する信号光を隣接したチャネルの信号光に変更するためには印加するRF信号の周波数を100kHz程度変化させればよい。例えば、今、チャネル10の信号光を選択するためには1

70.0 MHz の RF 信号を AOTF に印加することが必要であった場合に、チャンネル 10 から 100 GHz ずれた隣接のチャンネルであるチャンネル 11 を選択するためには 169.9 MHz の RF 信号の印加が必要となる。

【0020】

つまり C バンドのみ、若しくは L バンドのみの信号光を含んでいる WDM 信号において、波長間隔 0.8 nm (周波数間隔 100 GHz) の信号光である全 44 チャンネルを一波ずつ選択するために印加すべき RF 信号の周波数の変化幅は、

$$(44 - 1) \times 100 \text{ kHz} = 4.3 \text{ MHz}$$

となる。

【0021】

実際に隣接チャンネルを選択しないように AOTF を制御するためには RF 信号の最適周波数を $\pm 40 \text{ kHz}$ 程度の精度で求める必要があるため、許容される誤差は $40 \text{ kHz} / 4.3 \text{ MHz} = 0.93\%$ となり、最適周波数を約 $\pm 1\%$ の誤差で求めなければならない。前述した AOTF に印加すべき RF 信号の最適周波数を計算により求める手法では、この精度を得ることは可能ではあるもののほぼ限界の値である。

【0022】

ところが、C バンド及び L バンド両帯域から信号光の選択を行う AOTF の場合では、85 nm もの帯域に対して 0.8 nm 間隔で信号光が並んでいるため、この帯域から一波ずつ信号光を選択するために印加すべき RF 信号の周波数の変化幅は、

$$85 / 0.8 \times 100 \text{ kHz} = \text{約 } 10.6 \text{ MHz}$$

となり、 $\pm 40 \text{ kHz}$ 程度の精度で最初に印加する RF 信号の周波数を決定するときに許容される誤差は $40 \text{ kHz} / 10.6 \text{ MHz} = 0.38\%$ となる。つまり、最初に印加する RF 信号周波数は約 $\pm 0.4\%$ の誤差で得られるようにしなければならない。前述した AOTF に印加すべき RF 信号の最適周波数を計算により求める手法では、この精度を得ることは極めて困難である。

【0023】

以上の問題を鑑み、本発明が解決しようとする課題は、光チューナブルフィル

タを使用して波長分割多重信号から所望の信号光を抽出するときに、所望のものとは異なる信号が誤抽出されないように光チューナブルフィルタを制御する手法を提供することである。

【0024】

【課題を解決するための手段】

本発明の第一の態様である光伝送装置は、波長分割多重（WDM）方式で多重化されている信号光から特定の波長の信号光を透過して抽出し、制御信号に応じて透過波長特性が変化する光チューナブルフィルタと、前記光チューナブルフィルタによって抽出された信号光が入力される光透過フィルタであって、波長帯域において連続している第一集合帯域と該第一集合帯域よりも波長の長い波長帯域であって連続している第二集合帯域との間の波長において透過特性の山の頂点を有し、且つ、該山の頂点から該第一集合帯域よりも短波長側へ向けて及び該山の頂点から該第二集合帯域よりも長波長側へ向けて各々直線状に透過特性が低下する透過波長特性を有する該光透過フィルタと、前記光透過フィルタを透過した透過光に基づいて、所定の波長の信号光を前記光チューナブルフィルタに抽出させるための前記制御信号を生成する制御信号生成手段と、を有するように構成することによって前述した課題を解決する。

【0025】

なお、ここで、前記第一集合帯域は、例えば1525nmから1565nmまでの範囲の波長帯域であり、前記第二集合帯域は、例えば、1570nmから1610nmまでの範囲の波長帯域であり、前記透過特性の山の頂点は、例えば、1565nmから1570nmまでの範囲の波長帯域内に存在するようにすることができる。

【0026】

上述した構成においては光透過フィルタの透過波長特性は既知であるので、光チューナブルフィルタで適切に抽出された所望の信号光が光透過フィルタを透過した後に検出される光の強度は予め判明している。そこで、制御信号生成手段が生成する制御信号を変化させることによって光チューナブルフィルタの透過波長特性を変化させる。この透過波長特性を変化させる過程において光透過フィルタ

透過後の信号光の強度がその所定値となれば、そのときの制御信号が所望の信号光を抽出するための制御信号となる。その後はこの制御信号を光チューナブルフィルタに印加することにより、所望の信号光を抽出することができる。

【0027】

しかも、この構成における光透過フィルタは上述した透過波長特性を有しているので、所望の信号光が第一、第二のうちのどちらの集合帯域に属しているのかを制御信号生成手段が判定することによって、信号光の強度と上述した所定値との一致を見出すために変化させる制御信号の変化幅を狭くすることができる。このように制御信号の変化幅が狭くなることによって、所望の信号光を抽出するための制御信号の決定の精度の向上や、所望の信号光を抽出するための制御信号の決定に要する時間の短縮といった効果が得られる。

【0028】

なお、上述した本発明に係る光伝送装置において、前記光透過フィルタは、前記光チューナブルフィルタに入力される前記多重化されている信号光が存在し得る波長帯域外の帯域の信号を遮断する透過波長特性を更に有するようにしてもよい。

【0029】

こうすることにより、例えばリング構成のネットワークに存在する各増幅器が発生させて累積されてしまう自然光雑音であるASE (Amplified Spontaneous Emission) ノイズなどが光透過フィルタで遮断されるので、このようなノイズに起因して所望の信号光を抽出するための制御信号の決定を誤ってしまうような誤動作が防止される。

【0030】

また、前述した本発明に係る光伝送装置において、前記光透過フィルタを透過した透過光の光の強度を検出する第一光強度検出手段と、前記光透過フィルタの透過波長特性を示す情報が格納されている格納手段と、を更に有し、前記制御信号生成手段は、前記多重化された信号光の全てが含まれる波長帯域の全体で前記光チューナブルフィルタの透過波長特性を走査させたときに該走査に応じて前記第一光強度検出手段によって得られる光の強度と、前記格納手段に格納されてい

る情報とに基づいて前記制御信号を生成するように構成してもよい。

【0031】

この構成によれば、制御信号生成手段が、光チューナブルフィルタ及び光透過フィルタを透過した後の所望の信号光の強度を第一光強度検出手段から得ることができ、更に格納手段に格納されている情報より光透過フィルタの透過波長特性を得ることができるので、前述したようにすることによって所望の信号光を抽出するための制御信号を求めることができ、その後はこの制御信号を光チューナブルフィルタに印加することにより、所望の信号光を抽出することができるようになる。

【0032】

なお、この構成において、前記光チューナブルフィルタを透過した光の強度を検出する第二光強度検出手段を更に有し、前記制御信号生成手段は、前記多重化された信号光の全てが含まれる波長帯域の全体で前記光チューナブルフィルタの透過波長特性を走査させたときに該走査に応じて前記第一光強度検出手段及び第二光強度検出手段の各々によって得られる光の強度と、前記格納手段に格納されている情報とに基づいて前記制御信号を生成するように構成してもよい。

【0033】

この構成によれば、第一光強度検出手段によって得られる光の強度を第二光強度検出手段の各々によって得られる光の強度によって規格化したものを格納手段に格納されている情報と比較することによって、光チューナブルフィルタに入力されるWDM信号中の信号光の光パワー値が変動しているような場合であっても所望の信号光を抽出するための制御信号を適切に求めることができるので、その後はこの制御信号を光チューナブルフィルタに印加することによって所望の信号光を抽出することができるようになる。

【0034】

また、前述した本発明に係る光伝送装置において、前記光透過フィルタを透過した透過光の光の強度を検出する第一光強度検出手段と、前記光透過フィルタへの信号光の入力に応じて該光透過フィルタから取り出される反射光であって、前記光透過フィルタを透過した透過光に与えられる透過波長特性とは逆の特性であ

る反射特性が与えられている該反射光の光の強度を検出する第三光強度検出手段と、を更に有し、前記制御信号生成手段は、前記第一光強度検出手段と前記第三光強度検出手段との各々で検出された光の強度に基づいて前記制御信号を生成するように構成してもよい。

【0035】

この構成によれば、第一光強度検出手段と第三光強度検出手段との各々で検出された光の強度の両方を利用して制御信号の生成を行うので、両者のうちの一方のみを利用する場合よりも強度の変化幅を広く利用することができる。従って、所望の信号光の抽出を光チューナブルフィルタに行わせるときに印加すべき制御信号の設定の精度を高めることができる。

【0036】

なお、この構成で所望の信号光を抽出するためには、例えば、前記光透過フィルタの透過波長特性と該光透過フィルタについての前記反射特性との波長毎の差の特性を示す情報が格納されている格納手段を更に有し、前記制御信号生成手段は、前記第一光強度検出手段と第三光強度検出手段との各々で検出された光の強度の差と、前記格納手段に格納されている情報とに基づいて前記制御信号を生成するようにすればよい。

【0037】

本発明の第二の態様である光伝送装置は、波長分割多重（WDM）方式で多重化されている信号光から特定の波長の信号光を透過して抽出し、制御信号に応じて透過波長特性が変化する光チューナブルフィルタと、前記光チューナブルフィルタによって抽出された信号光が入力される光透過フィルタであって、波長帯域において連続している第一集合帯域と該第一集合帯域よりも波長の長い波長帯域であって連続している第二集合帯域との間の波長において透過特性の谷の頂点を有し、且つ、該谷の頂点から該第一集合帯域よりも短波長側へ向けて及び該谷の頂点から該第二集合帯域よりも長波長側へ向けて各々直線状に透過特性が上昇する透過波長特性を有する該光透過フィルタと、前記光フィルタを透過した信号光に基づいて、所定の波長の信号光を前記光チューナブルフィルタに抽出させるための前記制御信号を生成する制御信号生成手段と、を有するように構成すること

によって前述した課題を解決する。

【0038】

この構成は前述した構成とは光透過フィルタの透過波長特性が異なっているの
であるが、この構成であっても、前述した構成と同様の作用を生ずるので、所望
の信号光を抽出することができる。しかも、所望の信号光が第一、第二のうちの
どちらの集合帯域に属しているのかを制御信号生成手段が判定することによって
、信号光の強度と上述した所定値との一致を見出すために変化させる制御信号の
変化幅を狭くすることができるので、所望の信号光を抽出するための制御信号の
決定の精度の向上や、所望の信号光を抽出するための制御信号の決定に要する時
間の短縮といった効果が得られる。

【0039】

また、本発明の第三の態様である光伝送装置は、波長分割多重（WDM）方式
で多重化されている信号光から特定の波長の信号光を透過して抽出し、制御信号
に応じて透過波長特性が変化する光チューナブルフィルタと、前記光チューナブ
ルフィルタによって抽出された信号光が入力される光透過フィルタであって、波
長帯域において連続している第一集合帯域における中央の波長と該第一集合帯域
よりも波長の長い波長帯域であって連続している第二集合帯域における中央の波
長とにおいて透過特性の山の頂点を有し、且つ、該山の頂点の各々から該第一集
合帯域と該第二集合帯域との間の波長へ向けて、該第一集合帯域の中央の波長で
の該山の頂点から短波長側へ向けて、及び該第二集合帯域の中央の波長での該山
の頂点から長波長側へ向けて各々直線状に透過特性が低下する透過波長特性を有
する該光透過フィルタと、前記光透過フィルタを透過した透過光に基づいて、所
定の波長の信号光を前記光チューナブルフィルタに抽出させるための前記制御信
号を生成する制御信号生成手段と、を有するように構成することによって前述し
た課題を解決する。

【0040】

この構成は前述した構成とは光透過フィルタの透過波長特性が異なっているの
であるが、この構成であっても、前述した構成と同様の作用を生ずるので、所望
の信号光を抽出することができる。しかも、所望の信号光が第一、第二のうちの

どちらの集合帯域に属しているのか、更にその属している集合帯域のうちの長波長側あるいは短波長側のうちのどちら寄りに存在しているのかを制御信号生成手段が判定することによって、信号光の強度と上述した所定値との一致を見出すために変化させる制御信号の変化幅を更に狭くすることができるので、所望の信号光を抽出するための制御信号の決定の精度の更なる向上や、所望の信号光を抽出するための制御信号の決定に要する時間の更なる短縮といった効果が得られる。

【0041】

また、本発明の第四の態様である光伝送装置は、波長分割多重（WDM）方式で多重化されている信号光から特定の波長の信号光を透過して抽出し、制御信号に応じて透過波長特性が変化する光チューナブルフィルタと、前記光チューナブルフィルタによって抽出された信号光が入力される光透過フィルタであって、波長帯域において連続している第一集合帯域における中央の波長と該第一集合帯域よりも波長の長い波長帯域であって連続している第二集合帯域における中央の波長とにおいて透過特性の谷の頂点を有し、且つ、該谷の頂点の各々から該第一集合帯域と該第二集合帯域との間の波長へ向けて、該第一集合帯域の中央の波長での該谷の頂点から短波長側へ向けて、及び該第二集合帯域の中央の波長での該谷の頂点から長波長側へ向けて各々直線状に透過特性が上昇する透過波長特性を有する該光透過フィルタと、前記光透過フィルタを透過した透過光に基づいて、所定の波長の信号光を前記光チューナブルフィルタに抽出させるための前記制御信号を生成する制御信号生成手段と、を有するように構成することによって前述した課題を解決する。

【0042】

この構成は前述した構成とは光透過フィルタの透過波長特性が異なっているのであるが、この構成であっても、前述した構成と同様の作用を生ずるので、所望の信号光を抽出することができる。しかも、所望の信号光が第一、第二のうちのどちらの集合帯域に属しているのか、更にその属している集合帯域のうちの長波長側あるいは短波長側のうちのどちら寄りに存在しているのかを制御信号生成手段が判定することによって、信号光の強度と上述した所定値との一致を見出すために変化させる制御信号の変化幅を更に狭くすることができるので、所望の信号

光を抽出するための制御信号の決定の精度の更なる向上や、所望の信号光を抽出するための制御信号の決定に要する時間の更なる短縮といった効果が得られる。

【0043】

なお、前述した本発明の第三若しくは第四の態様である光伝送装置の構成においては、前記光透過フィルタを透過した透過光の光の強度を検出する第一光強度検出手段と、前記光透過フィルタの透過波長特性を示す情報が格納されている格納手段と、を更に有し、前記制御信号生成手段は、前記多重化された信号光の全てが含まれる波長帯域の全体で前記光チューナブルフィルタの透過波長特性を走査させたときに該走査に応じて前記第一光強度検出手段によって得られる光の強度と、前記格納手段に格納されている情報とに基づいて前記制御信号を生成するように構成してもよい。

【0044】

この構成によれば、制御信号生成手段が、光チューナブルフィルタ及び光透過フィルタを透過した後の所望の信号光の強度を第一光強度検出手段から得ることができ、更に格納手段に格納されている情報より光透過フィルタの透過波長特性を得ることができるので、前述したようにすることによって所望の信号光を抽出するための制御信号を求めることができ、その後はこの制御信号を光チューナブルフィルタに印加することにより、所望の信号光を抽出することができるようになる。

【0045】

また、前述した本発明の第一の態様である光伝送装置の構成において、前記光透過フィルタは、前記第一集合帯域と該第一集合帯域よりも波長の短い波長帯域であって連続している第三集合帯域との間の波長において透過特性の谷の頂点を有し、該谷の頂点から該第一集合帯域と前記第二集合帯域との間の波長における透過特性の山の頂点へ向けて、及び該谷の頂点から該第三集合帯域よりも短波長側へ向けて各々直線状に透過特性が上昇する透過波長特性を更に有するようにしてもよい。

【0046】

なお、ここで、前記第一集合帯域は、例えば、1525 nmから1565 nm

までの範囲の波長帯域であり、前記第二集合帯域は、例えば、1570 nmから1610 nmまでの範囲の波長帯域であり、前記第三集合帯域は、例えば、1480 nmから1520 nmまでの範囲の波長帯域であり、前記第一集合帯域と前記第二集合帯域との間の波長における透過特性の山の頂点は、例えば、1565 nmから1570 nmまでの範囲の波長帯域内に存在し、前記第一集合帯域と前記第三集合帯域との間の波長における透過特性の谷の頂点は、例えば、1520 nmから1525 nmまでの範囲の波長帯域内に存在するようにしてもよい。

【0047】

この構成は前述した構成とは光透過フィルタの透過波長特性が異なっているのであるが、この構成であっても、前述した構成と同様の作用を生ずるので、所望の信号光を抽出することができる。しかも、所望の信号光が第一、第二、若しくは第三のうちのどちらの集合帯域に属しているのかを制御信号生成手段が判定することによって、より広範な波長帯域の信号光が多重化されてなるWDM信号が入力されても、所望の信号光を抽出することができる。

【0048】

また、前述した本発明の第二の態様である光伝送装置の構成において、前記光透過フィルタは、前記第一集合帯域と該第一集合帯域よりも波長の短い波長帯域であって連続している第三集合帯域との間の波長において透過特性の山の頂点を有し、該山の頂点から該第一集合帯域と前記第二集合帯域との間の波長における透過特性の谷の頂点へ向けて、及び該山の頂点から該第三集合帯域よりも短波長側へ向けて各々直線状に透過特性が低下する透過波長特性を更に有するように構成してもよい。

【0049】

この構成は前述した構成とは光透過フィルタの透過波長特性が異なっているのであるが、この構成であっても、前述した構成と同様の作用を生ずるので、所望の信号光を抽出することができる。しかも、所望の信号光が第一、第二、若しくは第三のうちのどちらの集合帯域に属しているのかを制御信号生成手段が判定することによって、より広範な波長帯域の信号光が多重化されてなるWDM信号が入力されても、所望の信号光を抽出することができる。

【0050】

なお、この構成において、前記光透過フィルタを透過した透過光の光の強度を検出する第一光強度検出手段と、前記光透過フィルタの透過波長特性を示す情報が格納されている格納手段と、を更に有し、前記制御信号生成手段は、前記多重化された信号光の全てが含まれる波長帯域の全体で前記光チューナブルフィルタの透過波長特性を走査させたときに該走査に応じて前記第一光強度検出手段によって得られる光の強度と、前記格納手段に格納されている情報とに基づいて前記制御信号を生成するようにしてもよい。

【0051】

この構成によれば、制御信号生成手段が、光チューナブルフィルタ及び光透過フィルタを透過した後の所望の信号光の強度を第一光強度検出手段から得ることができ、更に格納手段に格納されている情報より光透過フィルタの透過波長特性を得ることができるので、前述したようにすることによって所望の信号光を抽出するための制御信号を求めることができ、その後はこの制御信号を光チューナブルフィルタに印加することにより、所望の信号光を抽出することができるようになる。

【0052】

更に、この構成において、前記光チューナブルフィルタを透過した光の強度を検出する第二光強度検出手段を更に有し前記制御信号生成手段は、前記多重化された信号光の全てが含まれる波長帯域の全体で前記光チューナブルフィルタの透過波長特性を走査させたときに該走査に応じて前記第一光強度検出手段及び第二光強度検出手段の各々によって得られる光の強度と、前記格納手段に格納されている情報とに基づいて前記制御信号を生成するようにしてもよい。

【0053】

この構成によれば、第一光強度検出手段によって得られる光の強度を第二光強度検出手段の各々によって得られる光の強度によって規格化したものを格納手段に格納されている情報と比較することによって、光チューナブルフィルタに入力されるWDM信号中の信号光の光パワー値が変動しているような場合であっても所望の信号光を抽出するための制御信号を適切に求めることができるので、その

後はこの制御信号を光チューナブルフィルタに印加することによって所望の信号光を抽出することができるようになる。

【0054】

また、本発明の第五の態様である光伝送装置は、波長分割多重（WDM）方式で多重化されている信号光から特定の波長の信号光を透過して抽出し、制御信号に応じて透過波長特性が変化する光チューナブルフィルタと、前記光チューナブルフィルタによって抽出された信号光が入力される光透過フィルタであって、波長帯域において連続している第一集合帯域と該第一集合帯域よりも波長の長い波長帯域であって連続している第二集合帯域との範囲に渡って透過特性が単調な変化を呈している透過波長特性を有する該光透過フィルタと、前記光透過フィルタを透過した透過光に基づいて、所定の波長の信号光を前記光チューナブルフィルタに抽出させるための前記制御信号を生成する制御信号生成手段と、を有するように構成することによって前述した課題を解決する。

【0055】

なお、この構成において、前記光透過フィルタの透過特性が呈している単調な変化の範囲は、少なくとも 60 nm 以上の波長の範囲に渡っているようにすることができる。

【0056】

上述した構成においては光透過フィルタの透過波長特性は既知であるので、光チューナブルフィルタで適切に抽出された所望の信号光が光透過フィルタを透過した後に検出される光の強度は予め判明している。そこで、制御信号生成手段が生成する制御信号を変化させることによって光チューナブルフィルタの透過波長特性を変化させる。この透過波長特性を変化させる過程において光透過フィルタ透過後の信号光の強度がその所定値となれば、そのときの制御信号が所望の信号光を抽出するための制御信号となる。その後はこの制御信号を光チューナブルフィルタに印加することにより、所望の信号光を抽出することができる。

【0057】

また、本発明の第六の態様である光伝送装置は、波長分割多重（WDM）方式で多重化されている信号光であって、波長帯域において連続している第一集合帯

域、該第一集合帯域よりも波長の長い波長帯域であって連続している第二集合帯域、及び該第一集合帯域よりも波長の短い波長帯域であって連続している第三集合帯域を使用して多重化されている該信号光から特定の波長の信号光を透過して抽出し、制御信号に応じて透過波長特性が変化する光チューナブルフィルタと、前記光チューナブルフィルタによって抽出された信号光の検出を行う検出手段と、前記光チューナブルフィルタによって抽出された信号光のうち該光チューナブルフィルタに入力された信号光に常に含まれており、一方は前記第一集合帯域と前記第二集合帯域との間の波長であり、他方は該第一集合帯域と前記第三集合帯域との間の波長であることが判明している 2 つの基準信号光の検出を行う基準信号光検出手段と、前記光チューナブルフィルタに抽出させる信号光の波長が前記第二集合帯域に含まれるものであるときには、前記基準信号光検出手段による検出の結果のうち前記第一集合帯域と該第二集合帯域との間の波長であることが判明している基準信号光についての該結果と前記検出手段による前記信号光の検出の結果とに基づいて前記制御信号を生成し、該光チューナブルフィルタに抽出させる信号光の波長が前記第三集合帯域に含まれるものであるときには、該基準信号光検出手段による検出の結果のうち該第一集合帯域と該第三集合帯域との間の波長であることが判明している基準信号光についての該結果と該検出手段による該信号光の検出の結果とに基づいて該制御信号を生成する制御信号生成手段と、を有するように構成することによって前述した課題を解決する。

【0058】

この構成によれば、所望の信号光の波長が第一、第二、若しくは第三のいずれの集合帯域に属するものであっても、その属している波長帯域に隣接している基準信号光に基づいて所望の信号光の抽出のための制御信号が決定されるので、この制御信号の決定の正確さの精度が確保される結果、所望のものとは異なる信号が誤抽出されることが防止される。

【0059】

なお、この構成において、前記制御信号生成手段は、信号光の抽出の指示を受けていないときには、前記基準信号光のうちの一波を任意に選択して該信号光を抽出させるための前記制御信号の生成に必要な処理を行っておき、その後に信号

光の抽出の指示を受けたときには、そのときまでに行われていた処理の結果に基づいて該指示に係る信号光を抽出させるための前記制御信号を生成するようにしてもよい。

【0060】

こうすることにより、一部の信号光についてはその抽出の指示を受けてから所定の制御信号の生成までに要する時間が短縮される。

なお、以上の本発明に係る光伝送装置の各態様において行われている光チューナブルフィルタの制御方法も本発明に係るものであり、それぞれ光伝送装置の各態様によって得られるものと同様の作用・効果を奏する結果、前述した課題が解決される。

【0061】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

まず図1について説明する。同図は本発明を実施するAOTFを用いたOADMの構成を示しており、図21に示したOADMの構成を更に詳細に示したものである。

【0062】

図1において、OADM100に入力されたWDM信号は増幅器11によって増幅されてからCPL12に入力される。CPL12を通過したWDM信号はブロッキング部30に入力されるが、CPL12によって分岐された一部の信号光は増幅器13によって増幅されてからドロップ部20に入力される。

【0063】

ドロップ部20は、入力されたWDM信号から所望の波長のチャネルの信号光を一波ずつ抽出する機能を有している。

ドロップ部20に入力されたWDM信号はCPL21によって複数に分配されてドロップ型AOTF22に各々入力される。ドロップ型AOTF22はWDM信号から所望の波長の信号光を一波ずつ選択して抽出する。従って、ドロップさせたい信号光が複数ある場合にはその数だけドロップ型AOTF22を設けるようにし、またフォトダイオード23、制御部24、及びRF発振器25について

もその数だけ設けるようにする。抽出された信号光はOADM100のドロップ出力とされる。

【0064】

また、ドロップ型AOTF22によって抽出された信号光は図1には図示されていないCPLによってその一部が分岐され、モニタ光として光検出器であるフォトダイオード23へと導かれる。フォトダイオード23はこのモニタ光を光電変換し、モニタ光の光パワー値（光の強度）に対応した信号が制御部24に入力される。

【0065】

制御部24はドロップ型AOTF22の温度を一定に保つ制御を行うと共に、フォトダイオード23から得られた信号に基づいて、RF発振器25で生成されるRF信号の周波数の制御を行う。

【0066】

RF発振器25は、制御部24からの情報に基づいた周波数のRF信号を発生させてドロップ型AOTF22に与え、その所望のチャンネルの信号光が良好に透過するようにドロップ型AOTF22の透過特性を設定する。

【0067】

一方、CPL12を通過したWDM信号が入力されるブロッキング部30は、そのWDM信号から所望の波長の信号光、通常はドロップ部20によって抽出された信号光を抑圧して出力する機能を有している。

【0068】

ブロッキング部30に入力されたWDM信号はリジェクション型AOTF31に入力され、WDM信号から所望のチャンネルの信号光を抑圧してCPL43へ出力する。なお、このリジェクション型AOTF31は、WDM信号から異なる波長の複数の信号光を1台で抑圧できる機能を有しているものとする。

【0069】

リジェクション型AOTF31によって抑圧された信号光はモニタ光として光検出器であるフォトダイオード32へと導かれる。フォトダイオード32はこのモニタ光を光電変換し、モニタ光の光パワー値に対応した信号が制御部33に入

力される。

【0070】

制御部33はリジェクション型AOTF31の温度を一定に保つ制御を行うと共に、フォトダイオード32から得られた信号に基づいて、RF発振器34で生成されるRF信号の周波数の制御を行う。

【0071】

RF発振器34は、制御部33からの情報に基づいた周波数のRF信号を発生させてリジェクション型AOTF31に与え、その所望の信号光が良好に抑圧されるようにリジェクション型AOTF31の抑圧特性を設定する。

【0072】

ところで、ネットワークに送り込む信号(ADD信号)は、OADM100の波長可変LD(レーザダイオード)41に入力されて所定の波長の信号光へ変換され、波長の異なる他の信号光とCPL42によって多重化される。CPL42によって多重化された信号光はCPL43に入力され、OADM100へ入力されたWDM信号のうちブロッキング部30によって抑圧されずに通過したものと多重化される。CPL43によって多重化されたWDM信号は増幅器44によって所定の大きさに増幅された後にOADM100から送出される。

【0073】

図1に示したOADM100は以上のように構成されている。

次に、本発明に係るチューナブルフィルタの制御の手法について説明する。なお、以下の説明では、図1に示したOADM100のドロップ部20に設けられている制御部24によって行われる、一波選択を行うドロップ型AOTF22の制御の手法について説明する。

[実施例1]

まず図2について説明する。同図は、本発明を実施する光チューナブルフィルタ制御回路の構成の第一の例を示している。この光チューナブルフィルタ制御回路は図1に示したOADM100のドロップ部20に設けられる。

【0074】

図2において、光チューナブルフィルタ51は入力されたWDM信号から所望

の波長のチャネルの信号光を一波ずつ選択して抽出する波長可変フィルタである。抽出する信号光の選択は制御部 55 によって印加される制御信号によって行われ、この制御信号によって光チューナブルフィルタ 51 の透過波長特性が変化する。図 1 に示した OADM 100 においてはドロップ型 AOTF 22 が相当する。

【0075】

なお、以下の説明では、光チューナブルフィルタ 51 に印加する制御信号は RF 信号であり、この RF 信号の周波数を変化させることによって光チューナブルフィルタ 51 を透過することのできる信号光の波長を変化させることができるものとする。

【0076】

光カプラ 52 は光チューナブルフィルタ 51 によって抽出された信号光を分岐させてその信号光の一部をモニタ光として出力させる。

波長安定化フィルタ 53 は、光カプラ 52 から出力されるモニタ光が入力される光透過フィルタである。この波長安定化フィルタ 53 の透過波長特性については後述する。

【0077】

光検出器 54-1 及び 54-2 はそれぞれ光カプラ 52 から直接に出力され、あるいは波長安定化フィルタ 53 を透過して出力されるモニタ光の光パワー値を検出し、光チューナブルフィルタ 51 によって抽出された信号光の大きさに対応した情報を出力するものであり、図 1 に示した OADM 100 においてはフォトダイオード 23 が相当する。

【0078】

制御部 55 は、CPU（中央処理装置）、後述する選択処理を含む各種の制御処理をこの CPU に行わせるための制御プログラムが予め格納されているメモリ、及び光チューナブルフィルタ 51 に印加する制御信号を CPU からの指示に応じて発生させる制御信号発生回路とを有している。図 1 に示した OADM 100 においては制御部 24 と RF 発振器 25 とがこの制御部 55 に相当する。

【0079】

不揮発メモリ 56 には波長安定化フィルタ 53 の透過波長特性に関するデータが格納されており、このデータは制御部 55 の CPU によって読み出される。このデータの詳細については後述する。

【0080】

以下、図 2 に示した光チューナブルフィルタ制御回路の構成を用いて、WDM 信号から任意の 1 波を適切に選択する手法について説明する。

まず図 3 について説明する。同図は、図 2 に示した波長安定化フィルタ 53 の透過波長特性の第一の例を示している。

【0081】

現在、市場で流通している WDM 信号用の波長メータや波長ロックは、入力信号光の波長に応じた電圧値を出力するという、あたかも図 2 における波長安定化フィルタ 53 と光検出器 54-2 とを組み合わせたような入出力特性を呈する製品である。このような製品には入力信号光の波長の変化に対する出力電圧の変化が直線状となる特性を有しているものがあるが、このようなものは入力光の波長が C バンドのみの範囲あるいは L バンドのみの範囲という狭い帯域でしかこの一時関数的な特性を満たすことができない。

【0082】

そこで、ここでは、図 3 に示すように、波長安定化フィルタ 53 が、C バンドと L バンドとの間の波長において透過特性の山の頂点を有し、且つ、その山の頂点から C バンドよりも短波長側へ向けて及びその山の頂点から L バンドよりも長波長側へ向けて各々直線に透過特性が低下する、凸形状の透過波長特性を持たせるようにする。

【0083】

なお、このような特性は、例えば前述した製品のうち C バンド用のものと L バンド用のものとを組み合わせることによっても容易に得ることができる。

なお、この波長安定化フィルタ 53 に持たせる透過波長特性の傾斜は、C バンド内及び L バンド内の各々において直線であることが望ましいが、波長と光パワーとの関係の単調性が確保されるのであれば厳密に直線でなくてもよい。従って、この特性を得るフィルタとしては、例えばエタロン (etalon) フィルタや誘

電体多層膜フィルタが利用可能である。

【0084】

また、図3に示した透過波長特性の山の頂点は、Cバンドの波長帯域が1525nm～1565nm程度であり、Lバンドの波長帯域が1570nm～1610nm程度であることから、これらの間の帯域である1565nm～1570nmの範囲内に位置することが望ましい。

【0085】

CバンドとLバンドとの各々に各チャネルの信号光が含まれているWDM信号を図3に示した透過波長特性を有する波長安定化フィルタ53に入力したときの透過後の光スペクトルを図4に示す。この図4を参照すると分かるように、この光スペクトルは、Cバンドにおいては透過した各チャネルの信号光の光パワーが短波長側（1525nm付近）から長波長側（1575nm付近）に向かって徐々に増加しており、その一方、Lバンドにおいては透過した各チャネルの信号光の光パワーが短波長側（1570nm付近）から長波長側（1610nm付近）に向かって徐々に減少する特性となっている。このようなフィルタを用いることにより、現在でも市場で流通している、CバンドからLバンドまでの全体を直線的な傾斜でカバーするようなフィルタを用いる場合に比べて、2倍の波長検出精度を持つことが可能となる。

【0086】

なお、図3に示すように、波長安定化フィルタ53に、Cバンドよりも短波長側及びLバンドよりも長波長側の信号光は遮断する特性を持たせるようにすることができる。こうすることにより、図3に示されているような、リング構成のネットワークに存在する各増幅器が発生させて累積されてしまう自然光雑音であるASE（Amplified Spontaneous Emission）ノイズが波長安定化フィルタ53で遮断されるので、後述する制御処理を制御部55に行わせてWDM信号から任意の1波の選択を光チューナブルフィルタ51に行わせるときに、光チューナブルフィルタ51がWDM信号であると誤って選択してしまうような誤動作が防止される。

【0087】

次に、図2の制御部55によって行われる制御処理の詳細について説明する。

図5は、WDM信号から所望のチャネルの信号光を選択させるために制御部55によって光チューナブルフィルタ51に対して行われる選択処理の処理内容の第一の例をフローチャートで示した図である。この選択処理は、図2の制御部55が有しているCPUが前述した制御プログラムを実行することによって実現される。

【0088】

なお、この図5の処理は、図2に示されている光チューナブルフィルタ制御回路に対し電源が投入されたとき、あるいは特定のチャネルの信号光の選択の指示がされていない、いわゆる待ち受けの状態にこの光チューナブルフィルタ制御回路が置かれたときに開始される。

【0089】

図5において、まず、S101では、光チューナブルフィルタ51に印加するRF信号の周波数を連続的に変化させて信号光選択の対象とする波長帯域の全体、ここではCバンドとLバンドの全体に渡って光チューナブルフィルタ51の透過波長特性をスキャン（走査）させる。そして、このスキャンをさせているときに光検出器54-2によって検出される、波長安定化フィルタ53を透過したモニタ光の光パワー値を取得する。

【0090】

なお、このときの変化させるRF信号の周波数は、図6に示す（A）から（B）に向いている矢印のように、光チューナブルフィルタ51に入力されるWDM信号の波長帯域外であるCバンドの更に短波長側から、同じく波長帯域外であるLバンドの更に長波長側に向けて光チューナブルフィルタ51の透過波長特性がスキャンされるように変化させる。

【0091】

このS101の処理によって検出されるモニタ光のパワー値から、図4に示したような光スペクトル分布が得られる。

続くS102では、このスペクトルから、CバンドとLバンドの両波長帯域のそれぞれにおいて光パワー値が最大となっているスペクトルの頂点を検出する処

理が行われる。

【0092】

S103では、S101の処理によって得られる光チューナブルフィルタ51に印加するRF信号の周波数と波長安定化フィルタ53を透過したモニタ光の光パワー値との関係から、S102の処理によって検出された各波長帯域におけるスペクトルの頂点に当たる信号光を光チューナブルフィルタ51が透過させたときに光チューナブルフィルタ51に印加していたRF信号の周波数を取得する。そして、各波長帯域におけるスペクトルの頂点に各々対応するRF信号の周波数の中間の周波数（2つの周波数を加算平均した周波数）を算出し、この周波数を f_0 とする。

【0093】

このようにして算出された周波数 f_0 は、図6に示されているように、波長安定化フィルタ53の透過波長特性の山の頂点となる、CバンドとLバンドとの中間の波長の信号光を光チューナブルフィルタ51に透過させるために印加すべきRF信号の周波数となる。

【0094】

S104では、特定のチャネルの信号光の選択の要求を取得したか否かが判定され、この要求が取得されるまでこのS104の判定処理が繰り返される。ここで、この上述した要求が取得されたときにはS105へ処理が進む。

【0095】

S105では、選択要求されたチャネルの属する帯域がCバンドであるかLバンドであるかを識別する。

S106では、不揮発メモリ56に格納されているデータが参照される。

【0096】

ここで図7について説明する。同図は不揮発メモリ56に格納されているデータ例を示している。

このデータ例のうち、チャネルを識別する番号であるグリッド番号、そのグリッド番号の信号光の周波数が示されているITUグリッド周波数、及びそのグリッド番号の信号光の波長が示されているITUグリッド波長についてはITU（

国際電気通信連合)で規格化された値が格納されている。

【0097】

また、波長安定化フィルタパワーモニタ値は、ITUグリッド波長で示されている波長の信号光を波長安定化フィルタ53に入力したときに波長安定化フィルタ53から出力される信号光の光パワーを示している。なお、この値は波長安定化フィルタ53から出力された信号光の光パワー値をそのときに波長安定化フィルタ53に入力していた信号光の光パワー値で除算することによって得られる規格化値で表されている。

【0098】

S107では、次のステップで行わせる光チューナブルフィルタ51の透過波長特性のスキャンの対象とする波長帯域を、S105の処理による識別結果である帯域に限定する。

【0099】

S108では、光チューナブルフィルタ51に印加するRF信号の周波数を前に求めた f_0 から変化させることによって、S107の処理によって限定された波長帯域内で光チューナブルフィルタ51の透過波長特性をスキャンさせる。そして、このスキャンによって、不揮発メモリ56に格納されているデータに示されている、選択要求されたチャネルについての波長安定化フィルタ53から出力される信号光の光パワーの規格値と、光検出器54-2で得られる波長安定化フィルタ53の透過後のモニタ光の光パワー値を光検出器54-1で得られる波長安定化フィルタ53の透過前のモニタ光の光パワー値で除算して得られる規格化値とを一致させる。

【0100】

このS108の処理によって、光チューナブルフィルタ51に印加すべきRF信号の周波数が、選択要求されたチャネルを透過させるための最適な周波数に対して $\pm 10\text{ kHz}$ 程度の誤差で設定される。

【0101】

その後、S109の処理では、光検出器54-1で検出される波長安定化フィルタ53を透過させていないモニタ光の光パワー値が最大となるようにRF信号

の周波数を微小変化させる。この処理によって光検出器 54-1 の検出値が最大となったら、所望の信号光を光チューナブルフィルタ 51 に選択させるための制御処理は終了し、以降はその周波数での RF 信号の印加を継続させる。

【0102】

以上までの処理が選択処理の第一の例である。

なお、上述した処理では波長安定化フィルタ 53 の透過後のモニタ光の光パワー値に対して規格化の演算を施していたが、これは光チューナブルフィルタ 51 に入力される WDM 信号中の信号光の光パワー値が変動する場合を考慮したためであり、このような変動が無視できるのであれば、規格化の演算を省略してもよい。

【0103】

以下、上述した実施例 1 の変形例について説明する。

前述した実施例においては、図 3 に示したように、C バンドと L バンドとの間の波長において透過特性の山の頂点を有し、且つ、その山の頂点から C バンドよりも短波長側へ向けて及びその山の頂点から L バンドよりも長波長側へ向けて各々直線に透過特性が低下する、凸形状の透過波長特性を波長安定化フィルタ 53 に持たせるようにしていたが、その代わりに、図 8 に示す透過波長特性のような図 3 とは反対の特性、すなわち、C バンドと L バンドとの間の波長において透過特性の谷の頂点を有し、且つ、その谷の頂点から C バンドよりも短波長側へ向けて及びその谷の頂点から L バンドよりも長波長側へ向けて各々直線に透過特性が上昇する、凹形状の透過波長特性を波長安定化フィルタ 53 に持たせるようにしてもよい。

【0104】

このような、1565 nm～1570 nm の波長帯域内で下に凸となる谷の頂点を有する透過波長特性を有する波長安定化フィルタ 53 に、C バンドと L バンドとの各々に各チャネルの信号光が含まれている WDM 信号を入力したときの透過後の光スペクトルを図 9 に示す。

【0105】

なお、このような凹形状の透過波長特性を波長安定化フィルタ 53 に持たせる

場合には、図5に示した選択処理におけるS102の処理において、CバンドとLバンドの両波長帯域のそれぞれにおいて光パワー値が最小となっているスペクトルの頂点を検出する処理が行われるようにし、続くS103の処理では、S102の処理によって検出された各波長帯域におけるスペクトルの頂点に各々対応するRF信号の周波数の中間の周波数を算出してこの周波数をf0とすれば、所望のチャンネルの信号光の選択を光チューナブルフィルタ51に行わせることができる。

【0106】

ところで、波長安定化フィルタ53として使用されるフィルタには、フィルタを透過した透過光に与えられる特性（透過特性）の逆特性（逆透過特性）が与えられている反射光を出力可能とするように構成できるものがある。このようなフィルタを使用すると、所望のチャンネルの信号光の選択を光チューナブルフィルタ51に行わせるときに印加すべきRF信号の周波数の設定精度を更に高めることができる。この手法について説明する。

【0107】

まず図10について説明する。同図は本発明を実施する光チューナブルフィルタ制御回路の構成の第二の例を示している。この光チューナブルフィルタ制御回路は図1に示したOADM100のドロップ部20に設けられる。

【0108】

図10に示す構成は、光カプラ52から出力されるモニタ光が入力される波長安定化フィルタ53から上述した反射光が出力可能である点と、この反射光の光パワー値を検出して制御部55へ通知する光検出器54-3が設けられている点において、図2に示した第一の例の構成と異なっている。

【0109】

この図10に示す構成においては、制御部55において下記の計算を行って光パワーの差分値を算出する。

$$(\text{光パワーの差分値}) = (\text{透過光の光パワー値}) - (\text{反射光の光パワー値})$$

なお、この差分の算出に用いる透過光及び反射光の光パワー値についても、光チューナブルフィルタ51に入力されるWDM信号中の信号光の光パワー値が変

動する場合を考慮するのであれば、前述したものと同様にして規格化した値を用いることが好ましい。

【0110】

このようにして求められる光パワーの差分は、波長安定化フィルタ 53 に入力される信号光の波長に対して図 11 に示すような特性を呈する。同図からも分かるように、透過光の光パワー値と反射光の光パワー値とから得られるこの差分は、透過光のみ若しくは反射光のみの光パワー値と比較して 2 倍の変化幅が得られるので、この差分から WDM 信号の光スペクトルから光パワーが最大あるいは最小となる点を検出すればその検出精度は向上する。その結果、所望のチャネルの信号光の選択を光チューナブルフィルタ 51 に行わせるときに印加すべき RF 信号の周波数の設定精度が高まる。

【0111】

なお、この光パワーの差分を利用して所望のチャネルの信号光の選択を光チューナブルフィルタ 51 に行わせるためには、前述したグリッド番号に対応付けられて不揮発メモリ 56 に格納されている波長安定化フィルタ 53 から出力される信号光の光パワー値を、上述したものと同様にして求められる差分値の規格値としておき、制御部 55 で行われる図 5 に示した選択処理の S108 の処理においては、光チューナブルフィルタ 51 の透過波長特性をスキャンさせることによって、不揮発メモリ 56 に格納されている差分値と前掲した式によって得られる光パワーの差分値とを一致させるようにすればよい。

【0112】

また、図 2 に示す構成における波長安定化フィルタ 53 に持たせる透過波長特性を図 12 に示すような特性としても所望のチャネルの信号光の選択を光チューナブルフィルタ 51 に行わせることができる。この図 12 に示す透過波長特性は、C バンドにおける中央の波長と L バンドにおける中央の波長とにおいて透過特性の山の頂点を有し、且つ、それらの山の頂点の各々から C バンドと L バンドとの間の波長へ向けて、C バンドの中央の波長での山の頂点から短波長側へ向けて、及び L バンドの中央の波長での山の頂点から長波長側へ向けて各々直線状に透過特性が低下する透過波長特性を示している。

【0113】

このような透過波長特性を有する波長安定化フィルタ 53 に、CバンドとLバンドとの各々に各チャネルの信号光が含まれているWDM信号を入力したときの透過後の光スペクトルを図13に示す。

【0114】

なお、このような透過波長特性を波長安定化フィルタ 53 に持たせる場合には、図5に示した選択処理におけるS105の処理において、選択要求されたチャネルの属する帯域がCバンドであるかLバンドであるかを識別することに加え、その選択要求されたチャネルの属する帯域がCバンド内若しくはLバンド内における長波長寄りの帯域に位置しているか短波長寄りの帯域内にあるかを識別し、その後に行われるS107の処理ではS108の処理によって行わせる光チューナブルフィルタ 51 の透過波長特性のスキャンの対象とする波長帯域を、S105の処理による識別結果である帯域に限定するようにすれば、所望のチャネルの信号光の選択を光チューナブルフィルタ 51 に行わせることができる。ここで、選択要求されたチャネルの属する帯域がCバンド内若しくはLバンド内における長波長寄りの帯域に位置しているか短波長寄りの帯域内にあるかの識別は、S102によって検出されるCバンドとLバンドの両波長帯域のそれぞれにおいて光パワー値が最大となっているスペクトルを基準としたときに、選択要求されたチャネルの波長が長波長寄りの帯域に位置しているか短波長寄りの帯域に位置しているかをそのチャネルが属しているバンド内で判定すればよい。

【0115】

こうすることにより、図3や図8に示した透過波長特性を波長安定化フィルタ 53 に持たせる場合に比べ、モニタ光の波長の違いに対する検出されるモニタ光の光パワー値の違いが2倍に拡大するので、所望のチャネルの信号光の選択を光チューナブルフィルタ 51 に行わせるときに印加すべきRF信号の周波数の設定精度をそれだけ高めることができる。

【0116】

なお、図3に示した透過波長特性と図8に示した透過波長特性との関係のように、図12に示した透過波長特性とは反対の特性、すなわち、Cバンドにおける

中央の波長とLバンドにおける中央の波長とにおいて透過特性の谷の頂点を有し、且つ、それらの谷の頂点の各々からCバンドとLバンドとの間の波長へ向けて、Cバンドの中央の波長での谷の頂点から短波長側へ向けて、及びLバンドの中央の波長での谷の頂点から長波長側へ向けて各々直線状に透過特性が上昇する透過波長特性を波長安定化フィルタ53に持たせるようにしても、図8及び図12の透過波長特性を波長安定化フィルタ53に持たせるときとの同様の変更を図5の選択処理に対して施すことによって、所望のチャンネルの信号光の選択を光チューナブルフィルタ51に行わせることができる。

【0117】

以上までに説明した実施例では、現在WDM信号において主に使用されているCバンドとLバンドとのみに信号光が存在している場合について説明してきたが、Sバンド（Short wavelength band：実際の数値は様々な定義があるが、約1480nm～1520nm）と称されるCバンドよりも波長の短い連続した波長帯域である第三の集合帯域にも更に信号光が存在しているWDM信号であっても、単一の波長安定化フィルタ53の透過波長特性でこの3つのバンドの全てをカバーさせるようにして、所望のチャンネルの信号光の選択を光チューナブルフィルタ51に行わせることができる。

【0118】

Sバンド、Cバンド、及びLバンドの3つの波長帯域をカバーさせる透過波長特性の例を図14に示す。この図14に示す特性は、図3に示した特性に加え、更にCバンドとSバンドとの間の波長において透過特性の谷の頂点を有し、この谷の頂点からCバンドとLバンドとの間の波長における透過特性の山の頂点へ向けて、及びこの谷の頂点からSバンドよりも短波長側へ向けて各々直線状に透過特性が上昇する透過波長特性を有している。

【0119】

このような、図3に示した特性に加えて1520nm～1525nmの波長帯域内で下に凸となる谷の頂点を有する透過波長特性を有する波長安定化フィルタ53に、Sバンド、Cバンド、及びLバンドの各々に各チャンネルの信号光が含まれているWDM信号を入力したときの透過後の光スペクトルを図15に示す。

【0120】

なお、このような透過波長特性を図2の構成における波長安定化フィルタ53に持たせる場合には以下のようにすればよい。

まず、Cバンド及びLバンドに加えてSバンドにおける波長安定化フィルタ53の透過波長特性に関するデータを不揮発メモリ56に格納しておく。

【0121】

そして、図5に示した選択処理におけるS102の処理において、CバンドとLバンドの両波長帯域のそれぞれにおいて光パワー値が最大となっているスペクトルの頂点を検出すると共に、CバンドとSバンドの両波長帯域のそれぞれにおいて光パワー値が最小となっているスペクトルの頂点を検出する処理が行われるようにする。更に、続くS103の処理において、S102の処理によって検出された各波長帯域におけるスペクトルの頂点のうち、CバンドとLバンドの両波長帯域のそれぞれにおいて光パワー値が最大となっているスペクトルに各々対応するRF信号の周波数の中間の周波数を算出してこの周波数を f_0 とし、CバンドとSバンドの両波長帯域のそれぞれにおいて光パワー値が最小となっているスペクトルに各々対応するRF信号の周波数の中間の周波数を算出してこの周波数を f_1 とする。

【0122】

更に、その後のS105の処理では、選択要求されたチャネルの属する帯域がSバンド、Cバンド、Lバンドのうちのいずれであるかを識別し、その後のS107の処理ではS108の処理によって行わせる光チューナブルフィルタ51の透過波長特性のスキャンの対象とする波長帯域を、S105の処理による識別結果である帯域に限定するようにすれば、所望のチャネルの信号光の選択を光チューナブルフィルタ51に行わせることができる。

【0123】

また、図3に示した透過波長特性と図8に示した透過波長特性との関係のように、図14に示した透過波長特性とは反対の特性、すなわち、図8に示した特性に加え、更にCバンドとSバンドとの間の波長において透過特性の山の頂点を有し、この山の頂点からCバンドとLバンドとの間の波長における透過特性の谷の

頂点へ向けて、及びこの山の頂点からSバンドよりも短波長側へ向けて各々直線状に透過特性が低下する透過波長特性を図2の構成における波長安定化フィルタ53に持たせるようにしても、図8及び図14の透過波長特性を波長安定化フィルタ53に持たせるときとの同様の変更を図5の選択処理に対して施すことによって、所望のチャネルの信号光の選択を光チューナブルフィルタ51に行わせることができる。

【0124】

以上までに説明した実施例では、光チューナブルフィルタ51に入力されるWDM信号において信号光が含まれる波長帯域内で透過波長特性の頂点が存在している波長安定化フィルタ53を使用していたが、その代わりに、図16に示す透過波長特性、すなわち、WDM信号におけるCバンド及びLバンドの波長帯域の全域（少なくとも60nm以上の波長帯域）で透過特性の単調な変化を呈する透過波長特性を図2の構成における波長安定化フィルタ53に持たせるようにしても、所望のチャネルの信号光の選択を光チューナブルフィルタ51に行わせることができる。この場合には、図5の選択処理にけるS101からS103、S105、及びS107の処理は不要となり、S108では、光チューナブルフィルタ51に印加するRF信号の周波数を変化させることによってWDM信号におけるCバンド及びLバンドの波長帯域の全域で光チューナブルフィルタ51の透過波長特性をスキャンさせるようにすればよいので、制御部55による処理負担が軽減される。

【0125】

なお、図16に示した透過波長特性はCバンドからLバンドにかけて透過特性が上昇しているが、この特性と逆の特性、すなわちCバンドからLバンドにかけて透過特性が低下する透過波長特性を図2の構成における波長安定化フィルタ53に持たせるようにしても、上述したものと同様の選択処理を制御部55が行うことにより、所望のチャネルの信号光の選択を光チューナブルフィルタ51に行わせることができる。

〔実施例2〕

次に、所望のチャネルの信号光の選択を光チューナブルフィルタに行わせるた

めの制御の第二の手法について説明する。この手法は、入力されるWDM信号の波長帯域がSバンド、Cバンド、及びLバンドの全域に渡っている場合に、その帯域内の所定の光信号の波長を透過させるためにAOTFに印加すべきRF信号の最適周波数を実測により求め、その検出結果から補間計算によってその帯域内の他の光信号の波長を透過させるためのRF信号の周波数を算出し、算出された周波数のRF信号を光チューナブルフィルタに印加することによって所望のチャネルの信号光を選択するというものである。

【0126】

まず、図17について説明する。同図は、本発明を実施する光チューナブルフィルタ制御回路の構成の第三の例を示している。この光チューナブルフィルタ制御回路は図1に示したOADM100のドロップ部20に設けられる。

【0127】

図17に示した構成は、光カプラ52によって分岐されて出力されるモニタ光のうち的一方が入力されていた波長安定化フィルタ53及び光検出器54-2が削除され、その代わりに基準信号光検出部57が設けられている点と、制御部55に接続されていた不揮発メモリ56が削除されている点とを除けば図2に示した構成と同一である。

【0128】

基準信号光検出部57は、光チューナブルフィルタ51に入力されるWDM信号に含まれている2つの基準信号光を検出してその光パワー値を表している情報を制御部55へ出力する。

【0129】

ここで図18について説明する。同図は、図17に示した光チューナブルフィルタ51に入力されるWDM信号のスペクトルを示している。同図に示すように、このWDM信号には2つの基準信号光が重畳されており、その一方（基準信号光Aとする）の波長はSバンドとCバンドとの間の波長帯域内に配置され、他方（基準信号光Bとする）の波長はCバンドとLバンドとの間の波長帯域内に配置されている。

【0130】

基準信号検出部 57 はこの 2 つの基準信号光の各々の光パワーを検出するものであり、例えばエタロンや F B G (Fiber Bragg Grating) を利用した波長ロッカや、スペクトルモニタなど、どのような構成のものでもよく、波長が既知であるそれらの基準信号光が検出できるように設定しておく。

【0131】

次に、図 17 の制御部 55 によって行われる制御処理の詳細について説明する。

図 19 は、WDM 信号から所望のチャネルの信号光を選択させるために制御部 55 によって光チューナブルフィルタ 51 に対して行われる選択処理の処理内容の第二の例をフローチャートで示した図である。この選択処理は、図 17 の制御部 55 が有している CPU が前述した制御プログラムを実行することによって実現される。

【0132】

なお、この図 19 の処理は、図 17 に示されている光チューナブルフィルタ制御回路に対し電源が投入されたとき、あるいは特定のチャネルの信号光の選択の指示がされていない、いわゆる待ち受けの状態にこの光チューナブルフィルタ制御回路が置かれたときに開始される。

【0133】

まず、S201 では、入力されている WDM 信号に含まれている前述した基準信号光 A が選択され、続く S202 において、光チューナブルフィルタ 51 に印加される RF 信号のスキャンを開始させる。ここで、S203 において、基準信号光検出部 57 によって検出される、光チューナブルフィルタ 51 を透過した基準信号光 A の光パワー値が最大となったときに光チューナブルフィルタ 51 に印加していた RF 信号の周波数が取得される。

【0134】

S204 では、特定のチャネルの信号光の選択の要求を取得したか否かが判定され、この要求が取得されるまでこの S204 の判定処理が繰り返される。ここで、この上述した要求が取得されたときには S205 へ処理が進む。

【0135】

S 2 0 5 では、選択要求されたチャネルの属する帯域が L バンドであるかが判定され、この判定結果が Y e s ならば S 2 0 6 に処理が進む。一方、この S 2 0 5 の判定処理の結果が N o 、すなわち選択要求されたチャネルの属する帯域が S バンド若しくは C バンドであったときには S 2 0 9 に処理が進む。

【0136】

S 2 0 6 では、入力されている WDM 信号に含まれている前述した基準信号光 B が選択され、続く S 2 0 7 において、光チューナブルフィルタ 5 1 に印加される R F 信号のスキャンを開始させる。ここで、S 2 0 8 において、基準信号光検出部 5 7 によって検出される、光チューナブルフィルタ 5 1 を透過した基準信号光 B の光パワー値が最大となったときに光チューナブルフィルタ 5 1 に印加していた R F 信号の周波数が取得される。

S 2 0 9 では、S 2 0 4 の処理によって要求されているチャネルの信号光を選択するために光チューナブルフィルタ 5 1 に印加すべき R F 信号の周波数を算出する処理が行われる。

【0137】

この算出処理は、S 2 0 4 の処理によって要求されているチャネルが L バンドに属しているときには、S 2 0 8 の処理によって取得された基準信号 B を選択するための最適 R F 周波数、S 2 0 4 の処理によって要求されているチャネルが S バンド若しくは C バンドに属しているときには、S 2 0 8 の処理によって取得された基準信号 B を選択するための最適 R F 周波数を用い、更に、制御部 5 5 に予め与えられている、基準信号光 A 及び B の波長、S 2 0 4 の処理によって要求されているチャネルの波長、及び光チューナブルフィルタ 5 1 に印加する R F 信号の周波数変化と光チューナブルフィルタ 5 1 の透過波長特性の変化との関係とを用いる。なお、この R F 信号の周波数変化と透過波長特性の変化とはその変化の割合が一定であるとする。

【0138】

この算出処理の具体的な内容について説明すると、まず、基準信号光 A 又は B と S 2 0 4 の処理によって要求されているチャネルとの波長差を求め、この波長

差分だけ光チューナブルフィルタ 51 の透過波長特性を変化させるための RF 信号の周波数の変化分を単純な比例関係により算出する。そして、基準信号光の選択のための RF 信号の周波数から、このようにして得られた RF 信号の周波数の変化分を加減算することにより、要求されているチャネルの信号光を選択するために光チューナブルフィルタ 51 に印加すべき RF 信号の周波数が算出される。

【0139】

S210では、以上のようにして算出された周波数の RF 信号の光チューナブルフィルタ 51 への印加が行われ、続く S210では、光検出器 54-1 で検出される波長安定化フィルタ 53 を透過させていないモニタ光の光パワー値が最大となるように RF 信号の周波数を微小変化させる。この処理によって光検出器 54-1 の検出値が最大となったら、所望の信号光を光チューナブルフィルタ 51 に選択させるための制御処理は終了し、以降はその周波数での RF 信号の印加を継続させる。

【0140】

以上までの処理が選択処理の第二の例である。このようにして光チューナブルフィルタ 51 に印加すべき RF 信号の周波数の算出を行えば、選択要求されたチャネルが S バンド、C バンド、L バンドのいずれの波長帯域に属するものであっても、その属している波長帯域に隣接している基準信号光に基づいて光チューナブルフィルタ 51 に印加すべき周波数の算出が行われるので、算出される周波数が許容される誤差範囲内に収まる結果、所望のものとは異なる信号が誤抽出されることが防止される。

【0141】

なお、図 19 に示した選択処理においては、S201 から S203 にかけての処理をこの選択処理の開始直後、すなわち図 17 に示されている光チューナブルフィルタ制御回路に対し電源が投入されたとき、あるいは特定のチャネルの信号光の選択の指示がされていない、いわゆる待ち受けの状態にこの光チューナブルフィルタ制御回路が置かれたときに実行されるようにしていたが、これらの処理を S205 の判定結果が No とされてから S209 の処理が行われるまでの間で実行するように選択処理の手順を修正しても、所望の信号光を光チューナブルフ

フィルタ 51 に選択させることができる。但し、図 19 に示した手順の場合の方が、S 204 の処理によって取得されたチャンネルの選択要求の内容が S チャンネル若しくは C チャンネルであった場合における要求チャンネル選択完了までの所要時間が短くなるので有益である。

【0142】

また、図 19 に示した選択処理においては、選択要求されたチャンネルが C バンドに属するものであったときには S 205 の判定結果が No となり、基準信号光 A に基づいて光チューナブルフィルタ 51 に印加すべき周波数の算出が行われるが、選択要求されたチャンネルが C バンドに属するものであったときの判定結果が Yes となるように S 205 の判定処理を変更し、基準信号光 B に基づいて光チューナブルフィルタ 51 に印加すべき周波数の算出が行われるようにしてもよい。

【0143】

更に、C バンドに属するチャンネルの選択の場合には、基準信号光 A と基準信号光 B とのそれぞれを選択するために最適な RF 信号の周波数の取得結果の両方を用い、これら 2 つの基準信号光の波長とそのときの最適周波数との関係を示す一次関数式を求め、その関数式に選択要求されたチャンネルの波長を与えることで光チューナブルフィルタ 51 に印加すべき周波数の算出を行うようにしてもよい。

【0144】

その他、本発明は、上述した実施形態に限定されることなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の改良・変更が可能である。

(付記 1) 波長分割多重 (WDM) 方式で多重化されている信号光から特定の波長の信号光を透過して抽出し、制御信号に応じて透過波長特性が変化する光チューナブルフィルタと、

前記光チューナブルフィルタによって抽出された信号光が入力される光透過フィルタであって、波長帯域において連続している第一集合帯域と該第一集合帯域よりも波長の長い波長帯域であって連続している第二集合帯域との間の波長において透過特性の山の頂点を有し、且つ、該山の頂点から該第一集合帯域よりも短波長側へ向けて及び該山の頂点から該第二集合帯域よりも長波長側へ向けて各々

直線状に透過特性が低下する透過波長特性を有する該光透過フィルタと、

前記光透過フィルタを透過した透過光に基づいて、所定の波長の信号光を前記光チューナブルフィルタに抽出させるための前記制御信号を生成する制御信号生成手段と、

を有することを特徴とする光伝送装置。

【0145】

(付記2) 前記第一集合帯域は、1525nmから1565nmまでの範囲の波長帯域であり、

前記第二集合帯域は、1570nmから1610nmまでの範囲の波長帯域であり、

前記透過特性の山の頂点は、1565nmから1570nmまでの範囲の波長帯域内に存在する、

ことを特徴とする付記1に記載の光伝送装置。

【0146】

(付記3) 前記光透過フィルタは、前記光チューナブルフィルタに入力される前記多重化されている信号光が存在し得る波長帯域外の帯域の信号を遮断する透過波長特性を更に有することを特徴する付記1に記載の光伝送装置。

【0147】

(付記4) 前記光透過フィルタを透過した透過光の光の強度を検出する第一光強度検出手段と、

前記光透過フィルタの透過波長特性を示す情報が格納されている格納手段と、を更に有し、

前記制御信号生成手段は、前記多重化された信号光の全てが含まれる波長帯域の全体で前記光チューナブルフィルタの透過波長特性を走査させたときに該走査に応じて前記第一光強度検出手段によって得られる光の強度と、前記格納手段に格納されている情報とに基づいて前記制御信号を生成する、ことを特徴とする付記1に記載の光伝送装置。

【0148】

(付記5) 前記光チューナブルフィルタを透過した光の強度を検出する第二

光強度検出手段を更に有し、

前記制御信号生成手段は、前記多重化された信号光の全てが含まれる波長帯域の全体で前記光チューナブルフィルタの透過波長特性を走査させたときに該走査に応じて前記第一光強度検出手段及び第二光強度検出手段の各々によって得られる光の強度と、前記格納手段に格納されている情報とに基づいて前記制御信号を生成する、

ことを特徴とする付記 4 に記載の光伝送装置。

【0149】

(付記 6) 波長分割多重 (WDM) 方式で多重化されている信号光から特定の波長の信号光を透過して抽出し、制御信号に応じて透過波長特性が変化する光チューナブルフィルタと、

前記光チューナブルフィルタによって抽出された信号光が入力される光透過フィルタであって、波長帯域において連続している第一集合帯域と該第一集合帯域よりも波長の長い波長帯域であって連続している第二集合帯域との間の波長において透過特性の谷の頂点を有し、且つ、該谷の頂点から該第一集合帯域よりも短波長側へ向けて及び該谷の頂点から該第二集合帯域よりも長波長側へ向けて各々直線状に透過特性が上昇する透過波長特性を有する該光透過フィルタと、

前記光フィルタを透過した信号光に基づいて、所定の波長の信号光を前記光チューナブルフィルタに抽出させるための前記制御信号を生成する制御信号生成手段と、

を有することを特徴とする光伝送装置。

【0150】

(付記 7) 前記光透過フィルタを透過した透過光の光の強度を検出する第一光強度検出手段と、

前記光透過フィルタへの信号光の入力に応じて該光透過フィルタから取り出される反射光であって、前記光透過フィルタを透過した透過光に与えられる透過波長特性とは逆の特性である反射特性が与えられている該反射光の光の強度を検出する第三光強度検出手段と、

を更に有し、

前記制御信号生成手段は、前記第一光強度検出手段と前記第三光強度検出手段との各々で検出された光の強度に基づいて前記制御信号を生成する、ことを特徴とする付記 1 に記載の光伝送装置。

【0151】

(付記 8) 前記光透過フィルタの透過波長特性と該光透過フィルタについての前記反射特性との波長毎の差の特性を示す情報が格納されている格納手段を更に有し、

前記制御信号生成手段は、前記第一光強度検出手段と第三光強度検出手段との各々で検出された光の強度の差と、前記格納手段に格納されている情報とに基づいて前記制御信号を生成する、ことを特徴とする付記 7 に記載の光伝送装置。

【0152】

(付記 9) 波長分割多重 (WDM) 方式で多重化されている信号光から特定の波長の信号光を透過して抽出し、制御信号に応じて透過波長特性が変化する光チューナブルフィルタと、

前記光チューナブルフィルタによって抽出された信号光が入力される光透過フィルタであって、波長帯域において連続している第一集合帯域における中央の波長と該第一集合帯域よりも波長の長い波長帯域であって連続している第二集合帯域における中央の波長とにおいて透過特性の山の頂点を有し、且つ、該山の頂点の各々から該第一集合帯域と該第二集合帯域との間の波長へ向けて、該第一集合帯域の中央の波長での該山の頂点から短波長側へ向けて、及び該第二集合帯域の中央の波長での該山の頂点から長波長側へ向けて各々直線状に透過特性が低下する透過波長特性を有する該光透過フィルタと、

前記光透過フィルタを透過した透過光に基づいて、所定の波長の信号光を前記光チューナブルフィルタに抽出させるための前記制御信号を生成する制御信号生成手段と、
を有することを特徴とする光伝送装置。

【0153】

(付記 10) 波長分割多重 (WDM) 方式で多重化されている信号光から特

定の波長の信号光を透過して抽出し、制御信号に応じて透過波長特性が変化する光チューナブルフィルタと、

前記光チューナブルフィルタによって抽出された信号光が入力される光透過フィルタであって、波長帯域において連続している第一集合帯域における中央の波長と該第一集合帯域よりも波長の長い波長帯域であって連続している第二集合帯域における中央の波長とにおいて透過特性の谷の頂点を有し、且つ、該谷の頂点の各々から該第一集合帯域と該第二集合帯域との間の波長へ向けて、該第一集合帯域の中央の波長での該谷の頂点から短波長側へ向けて、及び該第二集合帯域の中央の波長での該谷の頂点から長波長側へ向けて各々直線状に透過特性が上昇する透過波長特性を有する該光透過フィルタと、

前記光透過フィルタを透過した透過光に基づいて、所定の波長の信号光を前記光チューナブルフィルタに抽出させるための前記制御信号を生成する制御信号生成手段と、

を有することを特徴とする光伝送装置。

【0154】

(付記11) 前記光透過フィルタを透過した透過光の光の強度を検出する第一光強度検出手段と、

前記光透過フィルタの透過波長特性を示す情報が格納されている格納手段と、
を更に有し、

前記制御信号生成手段は、前記多重化された信号光の全てが含まれる波長帯域の全体で前記光チューナブルフィルタの透過波長特性を走査させたときに該走査に応じて前記第一光強度検出手段によって得られる光の強度と、前記格納手段に格納されている情報とに基づいて前記制御信号を生成する、
ことを特徴とする付記9または10に記載の光伝送装置。

【0155】

(付記12) 前記光チューナブルフィルタを透過した光の強度を検出する第二光強度検出手段を更に有し

前記制御信号生成手段は、前記多重化された信号光の全てが含まれる波長帯域の全体で前記光チューナブルフィルタの透過波長特性を走査させたときに該走査

に応じて前記第一光強度検出手段及び第二光強度検出手段の各々によって得られる光の強度と、前記格納手段に格納されている情報とに基づいて前記制御信号を生成する、

ことを特徴とする付記 11 に記載の光伝送装置。

【0156】

(付記 13) 前記光透過フィルタは、前記第一集合帯域と該第一集合帯域よりも波長の短い波長帯域であって連続している第三集合帯域との間の波長において透過特性の谷の頂点を有し、該谷の頂点から該第一集合帯域と前記第二集合帯域との間の波長における透過特性の山の頂点へ向けて、及び該谷の頂点から該第三集合帯域よりも短波長側へ向けて各々直線状に透過特性が上昇する透過波長特性を更に有することを特徴とする付記 1 に記載の光伝送装置。

【0157】

(付記 14) 前記第一集合帯域は、1525 nm から 1565 nm までの範囲の波長帯域であり、

前記第二集合帯域は、1570 nm から 1610 nm までの範囲の波長帯域であり、

前記第三集合帯域は、1480 nm から 1520 nm までの範囲の波長帯域であり、

前記第一集合帯域と前記第二集合帯域との間の波長における透過特性の山の頂点は、1565 nm から 1570 nm までの範囲の波長帯域内に存在し、

前記第一集合帯域と前記第三集合帯域との間の波長における透過特性の谷の頂点は、1520 nm から 1525 nm までの範囲の波長帯域内に存在する、

ことを特徴とする付記 13 に記載の光伝送装置。

【0158】

(付記 15) 前記光透過フィルタは、前記第一集合帯域と該第一集合帯域よりも波長の短い波長帯域であって連続している第三集合帯域との間の波長において透過特性の山の頂点を有し、該山の頂点から該第一集合帯域と前記第二集合帯域との間の波長における透過特性の谷の頂点へ向けて、及び該山の頂点から該第三集合帯域よりも短波長側へ向けて各々直線状に透過特性が低下する透過波長特

性を更に有することを特徴とする付記 6 に記載の光伝送装置。

【0159】

(付記 16) 前記光透過フィルタを透過した透過光の光の強度を検出する第一光強度検出手段と、

前記光透過フィルタの透過波長特性を示す情報が格納されている格納手段と、
を更に有し、

前記制御信号生成手段は、前記多重化された信号光の全てが含まれる波長帯域の全体で前記光チューナブルフィルタの透過波長特性を走査させたときに該走査に応じて前記第一光強度検出手段によって得られる光の強度と、前記格納手段に格納されている情報とに基づいて前記制御信号を生成する、
ことを特徴とする付記 13 又は 15 に記載の光伝送装置。

【0160】

(付記 17) 前記光チューナブルフィルタを透過した光の強度を検出する第二光強度検出手段を更に有し

前記制御信号生成手段は、前記多重化された信号光の全てが含まれる波長帯域の全体で前記光チューナブルフィルタの透過波長特性を走査させたときに該走査に応じて前記第一光強度検出手段及び第二光強度検出手段の各々によって得られる光の強度と、前記格納手段に格納されている情報とに基づいて前記制御信号を生成する、
ことを特徴とする付記 16 に記載の光伝送装置。

【0161】

(付記 18) 波長分割多重 (WDM) 方式で多重化されている信号光から特定の波長の信号光を透過して抽出し、制御信号に応じて透過波長特性が変化する光チューナブルフィルタと、

前記光チューナブルフィルタによって抽出された信号光が入力される光透過フィルタであって、波長帯域において連続している第一集合帯域と該第一集合帯域よりも波長の長い波長帯域であって連続している第二集合帯域との範囲に渡って透過特性が単調な変化を呈している透過波長特性を有する該光透過フィルタと、

前記光透過フィルタを透過した透過光に基づいて、所定の波長の信号光を前記

光チューナブルフィルタに抽出させるための前記制御信号を生成する制御信号生成手段と、

を有することを特徴とする光伝送装置。

【0162】

(付記19) 前記光透過フィルタの透過特性が呈している単調な変化の範囲は、少なくとも60nm以上の波長の範囲に渡っていることを特徴とする付記18に記載の光伝送装置。

【0163】

(付記20) 波長分割多重(WDM)方式で多重化されている信号光であって、波長帯域において連続している第一集合帯域、該第一集合帯域よりも波長の長い波長帯域であって連続している第二集合帯域、及び該第一集合帯域よりも波長の短い波長帯域であって連続している第三集合帯域を使用して多重化されている該信号光から特定の波長の信号光を透過して抽出し、制御信号に応じて透過波長特性が変化する光チューナブルフィルタと、

前記光チューナブルフィルタによって抽出された信号光の検出を行う検出手段と、

前記光チューナブルフィルタによって抽出された信号光のうち該光チューナブルフィルタに入力された信号光に常に含まれており、一方は前記第一集合帯域と前記第二集合帯域との間の波長であり、他方は該第一集合帯域と前記第三集合帯域との間の波長であることが判明している2つの基準信号光の検出を行う基準信号光検出手段と、

前記光チューナブルフィルタに抽出させる信号光の波長が前記第二集合帯域に含まれるものであるときには、前記基準信号光検出手段による検出の結果のうち前記第一集合帯域と該第二集合帯域との間の波長であることが判明している基準信号光についての該結果と前記検出手段による前記信号光の検出の結果とに基づいて前記制御信号を生成し、該光チューナブルフィルタに抽出させる信号光の波長が前記第三集合帯域に含まれるものであるときには、該基準信号光検出手段による検出の結果のうち該第一集合帯域と該第三集合帯域との間の波長であることが判明している基準信号光についての該結果と該検出手段による該信号光の検出

の結果とに基づいて該制御信号を生成する制御信号生成手段と、
を有することを特徴とする光伝送装置。

【0 1 6 4】

(付記 2 1) 前記制御信号生成手段は、信号光の抽出の指示を受けていないときには、前記基準信号光のうちの一波を任意に選択して該信号光を抽出させるための前記制御信号の生成に必要な処理を行っておき、その後に信号光の抽出の指示を受けたときには、そのときまでに行われていた処理の結果に基づいて該指示に係る信号光を抽出させるための前記制御信号を生成することを特徴とする付記 2 0 に記載の光伝送装置。

【0 1 6 5】

(付記 2 2) 波長分割多重 (WDM) 方式で多重化されている信号光から特定の波長の信号光を透過して抽出し、制御信号に応じて透過波長特性が変化する光チューナブルフィルタによって抽出された信号光が入力される光透過フィルタであって、波長帯域において連続している第一集合帯域と該第一集合帯域よりも波長の長い波長帯域であって連続している第二集合帯域との間の波長において透過特性の山の頂点を有し、且つ、該山の頂点から該第一集合帯域よりも短波長側へ向けて及び該山の頂点から該第二集合帯域よりも長波長側へ向けて各々直線状に透過特性が低下する透過波長特性を有する該光透過フィルタを透過した透過光の検出を行い、

前記検出の結果に基づいて、所定の波長の信号光を前記光チューナブルフィルタに抽出させるための前記制御信号を生成する、
ことを特徴とする光チューナブルフィルタの制御方法。

【0 1 6 6】

(付記 2 3) 波長分割多重 (WDM) 方式で多重化されている信号光から特定の波長の信号光を透過して抽出し、制御信号に応じて透過波長特性が変化する光チューナブルフィルタによって抽出された信号光が入力される光透過フィルタであって、波長帯域において連続している第一集合帯域と該第一集合帯域よりも波長の長い波長帯域であって連続している第二集合帯域との間の波長において透過特性の谷の頂点を有し、且つ、該谷の頂点から該第一集合帯域よりも短波長側

へ向けて及び該谷の頂点から該第二集合帯域よりも長波長側へ向けて各々直線状に透過特性が上昇する透過波長特性を有する該光透過フィルタを透過した透過光の検出を行い、

前記検出の結果に基づいて、所定の波長の信号光を前記光チューナブルフィルタに抽出させるための前記制御信号を生成する、
ことを特徴とする光チューナブルフィルタの制御方法。

【0167】

(付記24) 波長分割多重(WDM)方式で多重化されている信号光から特定の波長の信号光を透過して抽出し、制御信号に応じて透過波長特性が変化する光チューナブルフィルタによって抽出された信号光が入力される光透過フィルタであって、波長帯域において連続している第一集合帯域における中央の波長と該第一集合帯域よりも波長の長い波長帯域であって連続している第二集合帯域における中央の波長とにおいて透過特性の山の頂点を有し、且つ、該山の頂点の各々から該第一集合帯域と該第二集合帯域との間の波長へ向けて、該第一集合帯域の中央の波長での該山の頂点から短波長側へ向けて、及び該第二集合帯域の中央の波長での該山の頂点から長波長側へ向けて各々直線状に透過特性が低下する透過波長特性を有する該光透過フィルタを透過した透過光の検出を行い、

前記検出の結果に基づいて、所定の波長の信号光を前記光チューナブルフィルタに抽出させるための前記制御信号を生成する、
ことを特徴とする光チューナブルフィルタの制御方法。

【0168】

(付記25) 波長分割多重(WDM)方式で多重化されている信号光から特定の波長の信号光を透過して抽出し、制御信号に応じて透過波長特性が変化する光チューナブルフィルタによって抽出された信号光が入力される光透過フィルタであって、波長帯域において連続している第一集合帯域における中央の波長と該第一集合帯域よりも波長の長い波長帯域であって連続している第二集合帯域における中央の波長とにおいて透過特性の谷の頂点を有し、且つ、該谷の頂点の各々から該第一集合帯域と該第二集合帯域との間の波長へ向けて、該第一集合帯域の中央の波長での該谷の頂点から短波長側へ向けて、及び該第二集合帯域の中央の

波長での該谷の頂点から長波長側へ向けて各々直線状に透過特性が上昇する透過波長特性を有する該光透過フィルタを透過した透過光の検出を行い、

前記検出の結果に基づいて、所定の波長の信号光を前記光チューナブルフィルタに抽出させるための前記制御信号を生成する、
ことを特徴とする光チューナブルフィルタの制御方法。

【0169】

(付記26) 波長分割多重(WDM)方式で多重化されている信号光から特定の波長の信号光を透過して抽出し、制御信号に応じて透過波長特性が変化する光チューナブルフィルタによって抽出された信号光が入力される光透過フィルタであって、波長帯域において連続している第一集合帯域と該第一集合帯域よりも波長の長い波長帯域であって連続している第二集合帯域との範囲に渡って透過特性が単調な変化を呈している透過波長特性を有する該光透過フィルタを透過した透過光の検出を行い、

前記検出の結果に基づいて、所定の波長の信号光を前記光チューナブルフィルタに抽出させるための前記制御信号を生成する、
ことを特徴とする光チューナブルフィルタの制御方法。

【0170】

(付記27) 波長分割多重(WDM)方式で多重化されている信号光であって、波長帯域において連続している第一集合帯域、該第一集合帯域よりも波長の長い波長帯域であって連続している第二集合帯域、及び該第一集合帯域よりも波長の短い波長帯域であって連続している第三集合帯域を使用して多重化されている該信号光から特定の波長の信号光を透過して抽出し、制御信号に応じて透過波長特性が変化する光チューナブルフィルタによって抽出された信号光の検出を行い、

前記光チューナブルフィルタによって抽出された信号光のうち該光チューナブルフィルタに入力された信号光に常に含まれており、一方は前記第一集合帯域と前記第二集合帯域との間の波長であり、他方は該第一集合帯域と前記第三集合帯域との間の波長であることが判明している2つの基準信号光の検出を行い、

前記光チューナブルフィルタに抽出させる信号光の波長が前記第二集合帯域に

含まれるものであるときには、前記基準信号光の検出の結果のうち前記第一集合帯域と該第二集合帯域との間の波長であることが判明している基準信号光についての該結果と前記信号光の検出の結果とに基づいて前記制御信号を生成し、該光チューナブルフィルタに抽出させる信号光の波長が前記第三集合帯域に含まれるものであるときには、該基準信号光の検出の結果のうち該第一集合帯域と該第三集合帯域との間の波長であることが判明している基準信号光についての該結果と該信号光の検出の結果とに基づいて該制御信号を生成する、ことを特徴とする光チューナブルフィルタの制御方法。

【0171】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように、本発明によれば、光チューナブルフィルタを使用してWDM信号から所望の信号を抽出するときに、所望のものとは異なる信号が誤抽出されないように光チューナブルフィルタを制御することが可能となる効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明を実施するAOTFを用いたOADMの構成を示す図である。

【図2】

本発明を実施する光チューナブルフィルタ制御回路の第一の例を示す図である。

【図3】

波長安定化フィルタの透過波長特性の第一の例を示す図である。

【図4】

図3に示した特性を有する波長安定化フィルタ透過後のWDM信号のスペクトルを示す図である。

【図5】

選択処理の第一の例の処理内容を示すフローチャートである。

【図6】

光チューナブルフィルタの透過波長特性のスキャンを説明する図である。

【図 7】

不揮発メモリに蓄積してあるデータテーブル例を表で示した図である。

【図 8】

波長安定化フィルタの透過波長特性の第二の例を示す図である。

【図 9】

図 8 に示した特性を有する波長安定化フィルタ透過後の WDM 信号のスペクトルを示す図である。

【図 1 0】

本発明を実施する光チューナブルフィルタ制御回路の第二の例を示す図である。

【図 1 1】

波長安定化フィルタの透過特性と逆透過特性との差分の特性を示す図である。

【図 1 2】

波長安定化フィルタの透過波長特性の第三の例を示す図である。

【図 1 3】

図 1 2 に示した特性を有する波長安定化フィルタ透過後の WDM 信号のスペクトルを示す図である。

【図 1 4】

波長安定化フィルタの透過波長特性の第四の例を示す図である。

【図 1 5】

図 1 4 に示した特性を有する波長安定化フィルタ透過後の WDM 信号のスペクトルを示す図である。

【図 1 6】

波長安定化フィルタの透過波長特性の第五の例を示す図である。

【図 1 7】

本発明を実施する光チューナブルフィルタ制御回路の第三の例を示す図である。

【図 1 8】

図 1 7 の回路に入力される WDM 信号のスペクトルを示す図である。

【図 19】

選択処理の第二の例の処理内容を示すフローチャートである。

【図 20】

OADMのネットワーク構成例を示す図である。

【図 21】

AOTFを用いたOADMの構成例を示す図である。

【符号の説明】

- 11、13、44、2001、2004、2008、2010 増幅器
- 12、21、42、43、52、62、72、2002、2005、
2007、2009 CPL (光カプラ)
- 20 ドロップ部
- 22、2006 ドロップ型AOTF
- 23、32 フォトダイオード
- 24、33 制御部
- 25、34 RF発振器
- 30 ブロッキング部
- 31、2003 リジェクション型AOTF
- 41 波長可変LD
- 51 光チューナブルフィルタ
- 53 波長安定化フィルタ
- 54-1、54-2、54-3 光検出部
- 55 制御部
- 56 不揮発メモリ
- 57 基準信号光検出部
- 100 OADM
- 1001 Aネットワーク
- 1002 Bネットワーク
- 2000 ASEサプレッションフィルタ
- 2011 制御部 (MC)

2 1 0 0、2 4 0 0 光スイッチ (O S W)

2 2 0 0 トランスポンダ

2 3 0 0 チューナブルトランスポンダ

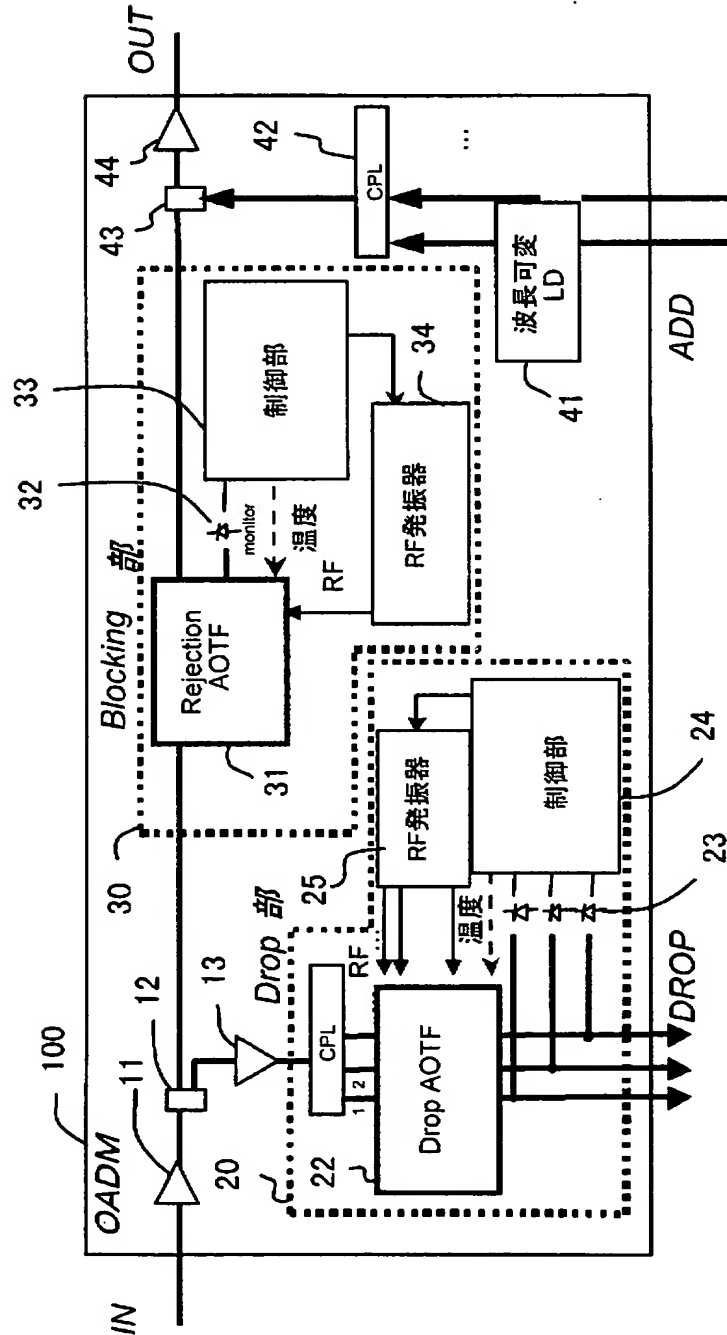
3 0 0 0 監視制御系

【書類名】

図面

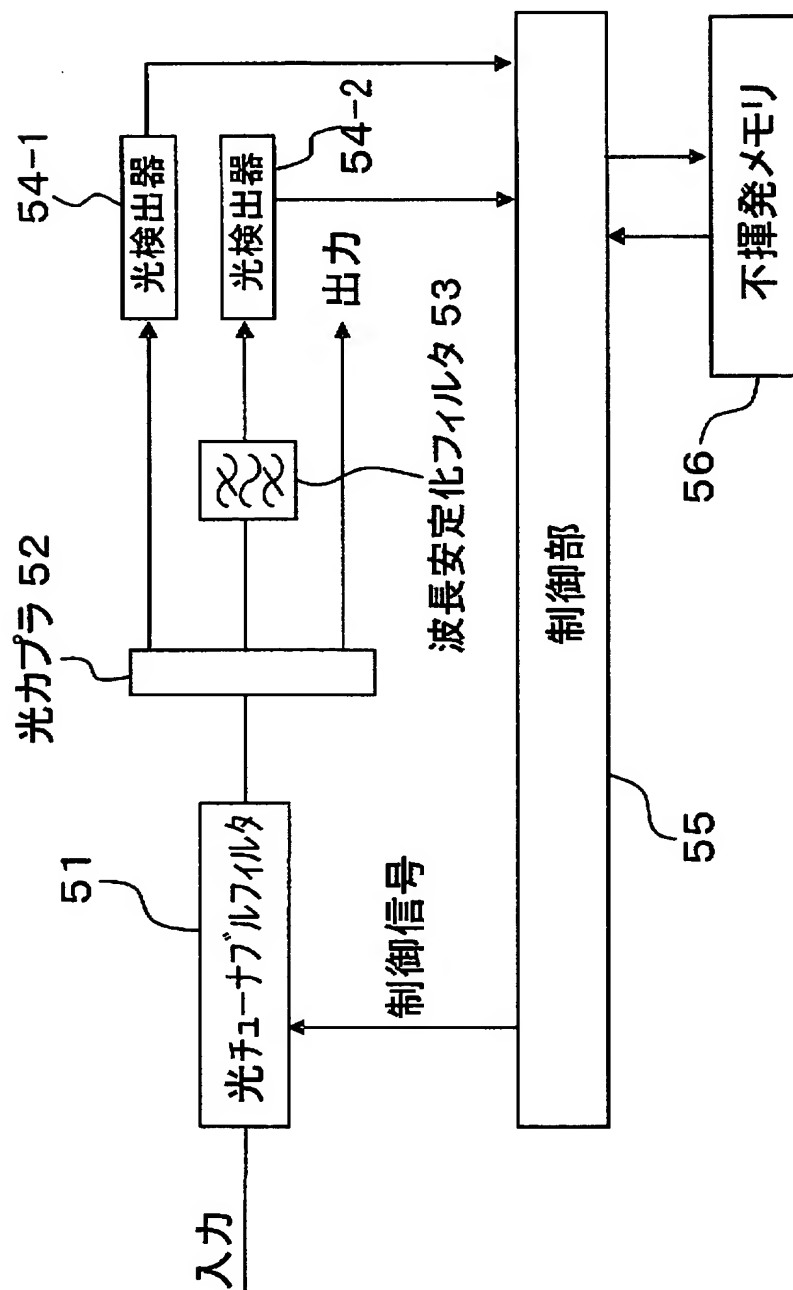
【図 1】

本発明を実施するAOTFを用いた
OADMの構成を示す図



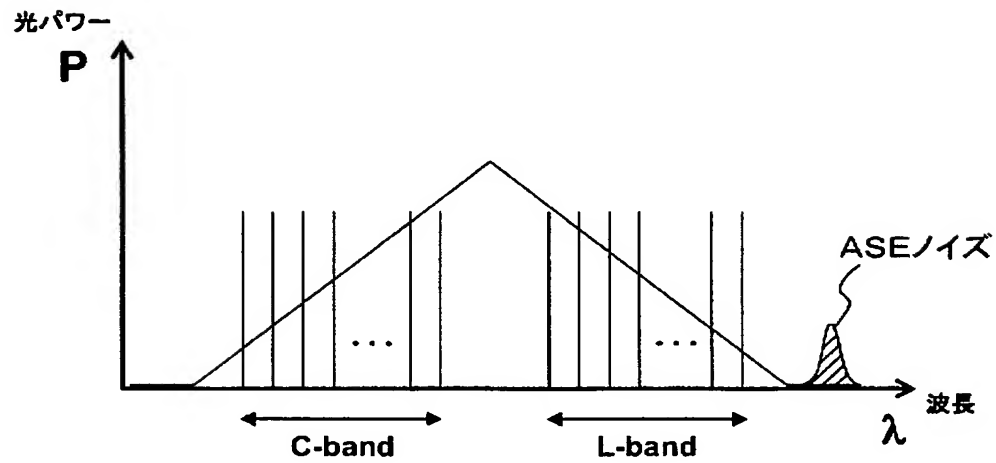
【図 2】

本発明を実施する光チューナブルフィルタ制御回路
の第一の例を示す図



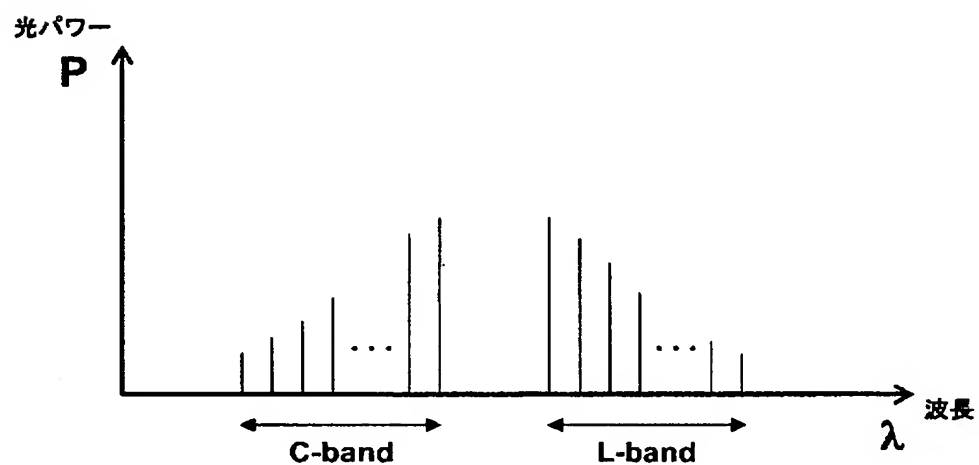
【図 3】

波長安定化フィルタの透過波長特性
の第一の例を示す図



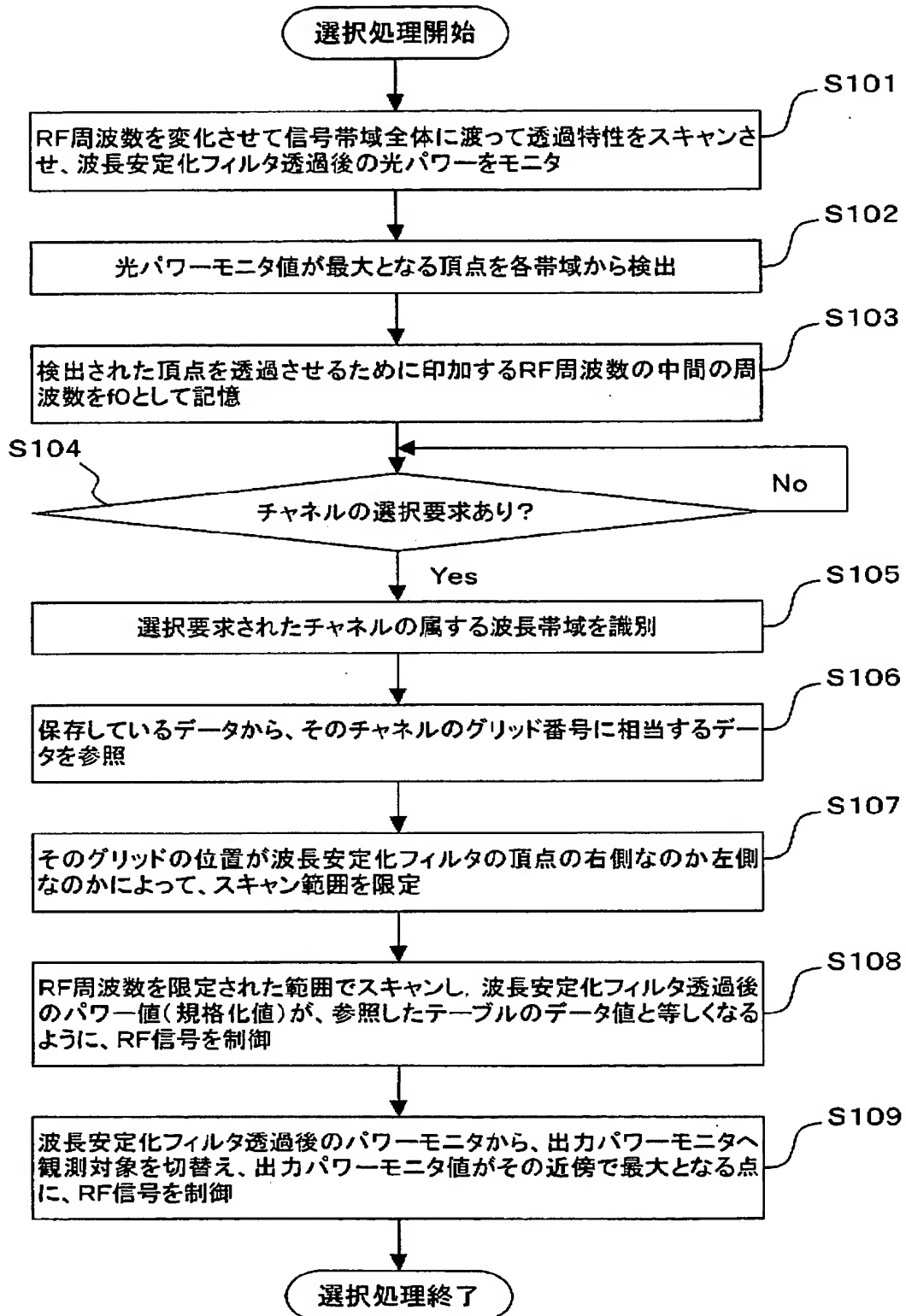
【図 4】

図3に示した特性を有する波長安定化フィルタ透過後のWDM信号のスペクトルを示す図



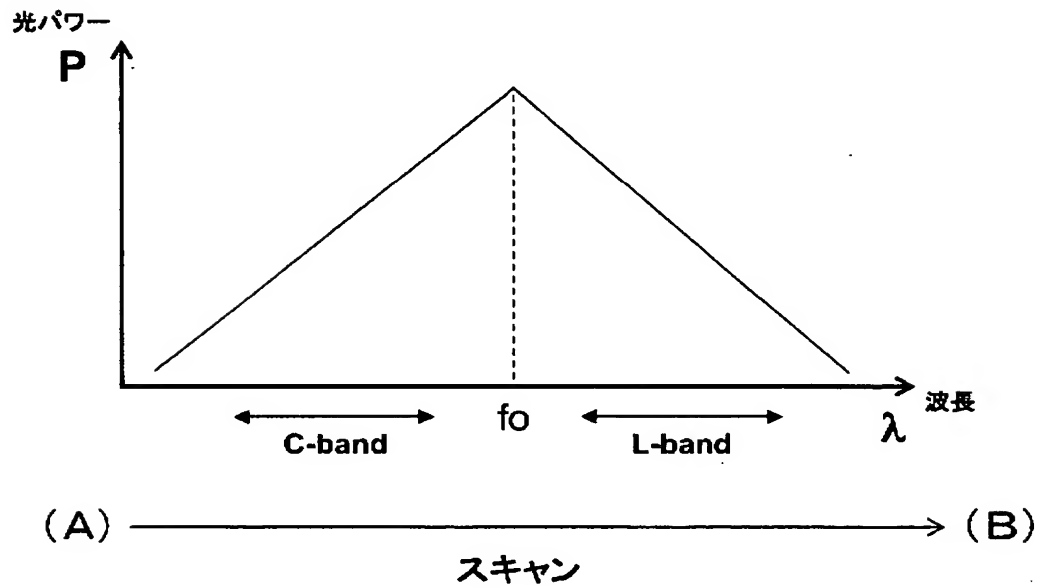
【図 5】

選択処理の第一の例の処理内容を示すフローチャート



【図 6】

光チューナブルフィルタの
透過波長特性のスキンを説明する図



【図 7】

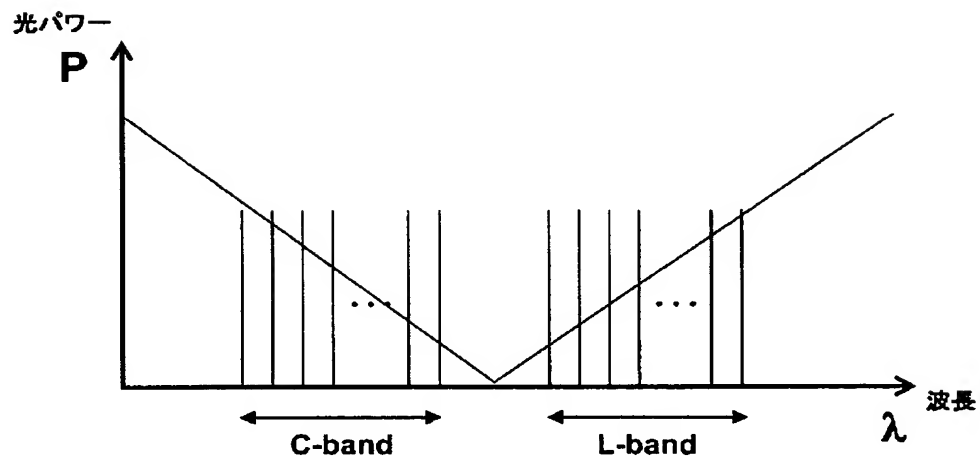
不揮発メモリに蓄積してあるデータテーブル例
を表で示した図

グリッド 番号	ITUグリッド 周波数 (GHz)	ITUグリッド 波長(nm)	波長安定化フィルタ パワーモニタ値 (規格化)
C6	196500	1525.66	0.000
C7	196400	1526.44	0.015
C8	196300	1527.21	0.030
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮
C54	191700	1563.86	0.920
C55	191600	1564.68	0.935
L01	191500	1565.50	0.950
L02	191400	1566.31	0.965
L03	191300	1567.13	0.980
L04	191200	1567.95	0.981
L05	191100	1568.77	0.973
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮
L52	186400	1608.33	0.032
L53	186300	1609.20	0.016
L54	186200	1610.06	0.000

← 波長安定化
フィルタピーク

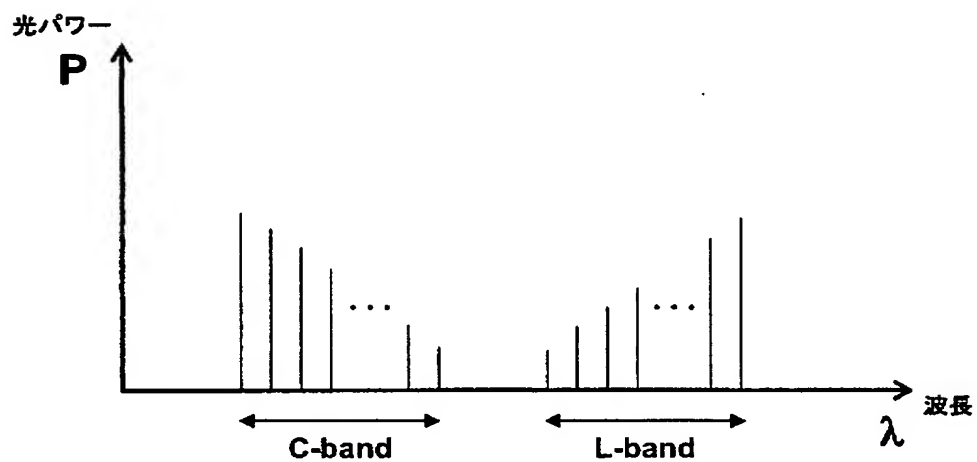
【図 8】

波長安定化フィルタの透過波長特性
の第二の例を示す図



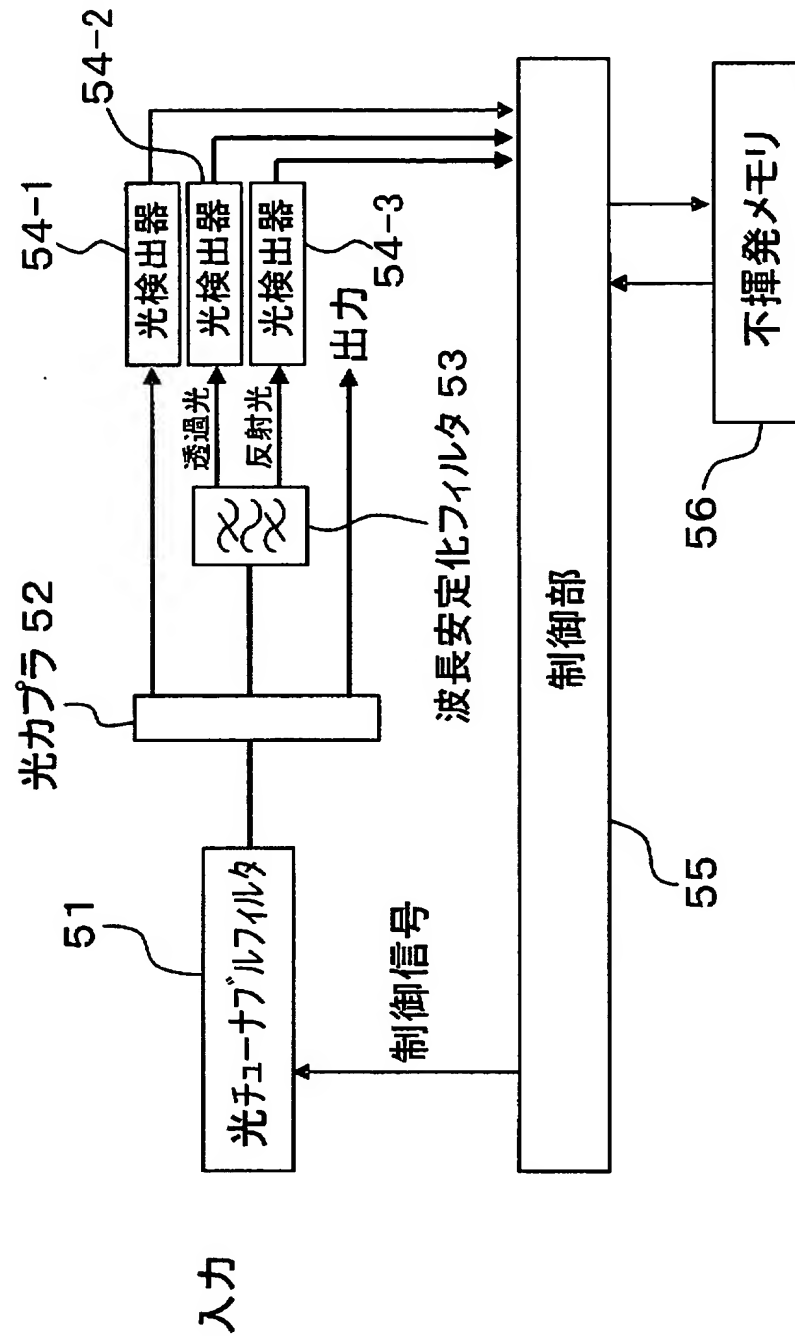
【図 9】

図8に示した特性を有する波長安定化フィルタ透過後のWDM信号のスペクトルを示す図



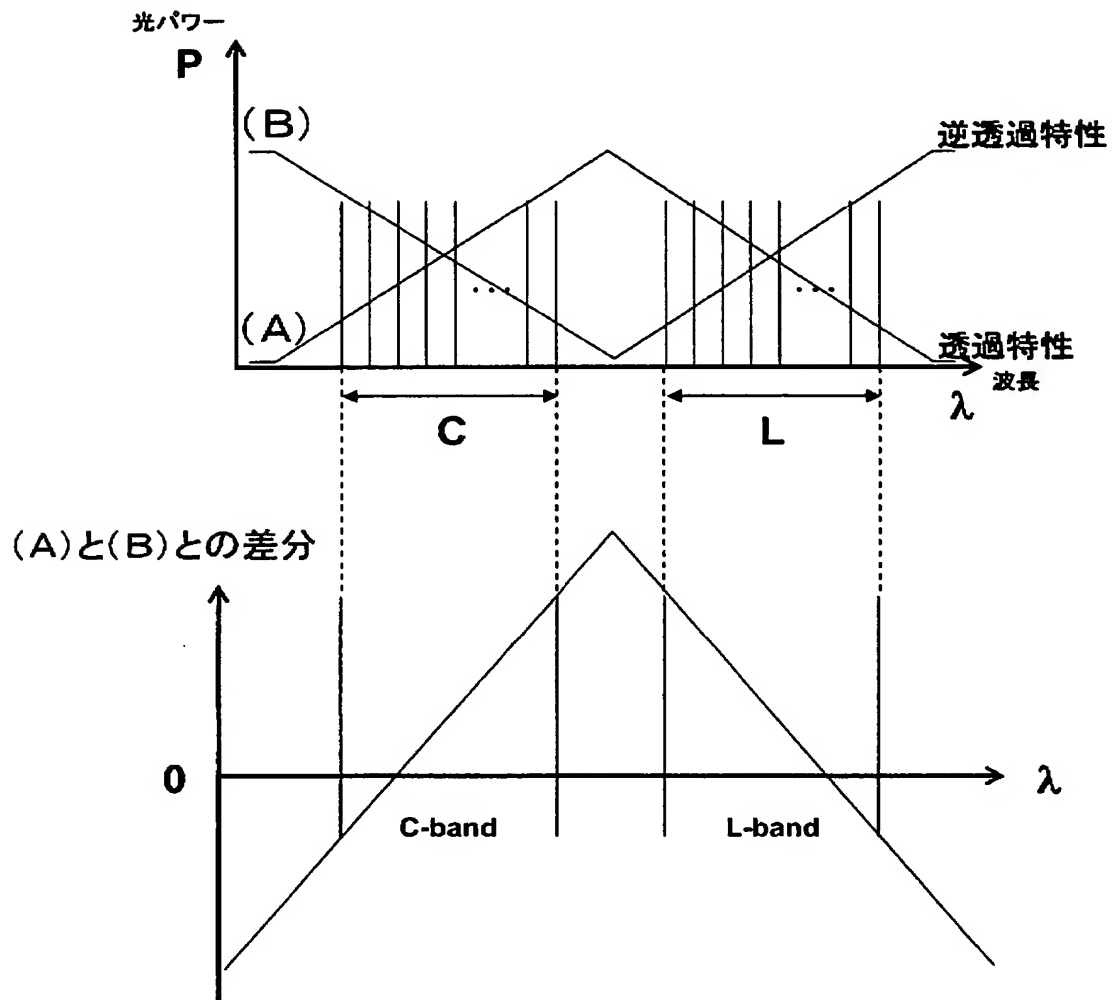
【図10】

本発明を実施する光チューナブルフィルタ制御回路
の第二の例を示す図



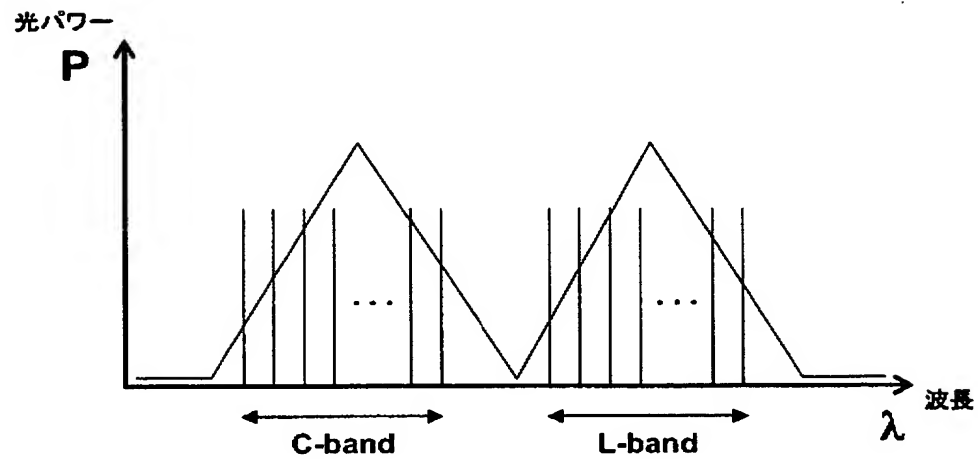
【図 11】

波長安定化フィルタの透過波長特性と
逆透過特性との差分の特性を示す図



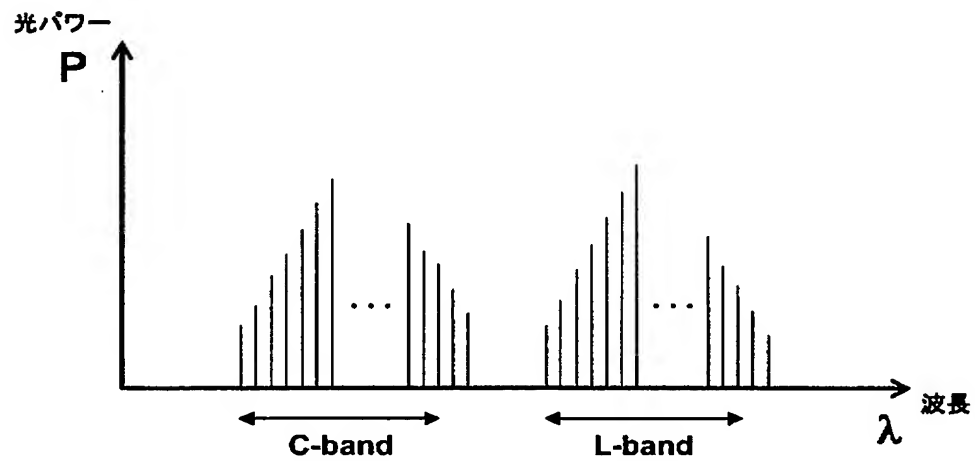
【図 12】

波長安定化フィルタの透過波長特性
の第三の例を示す図



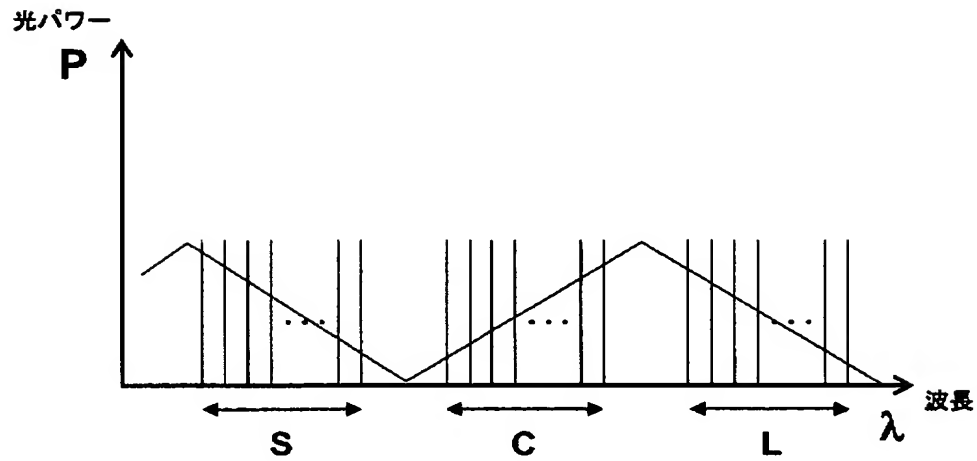
【図 13】

図12に示した特性を有する波長安定化フィルタ透過後のWDM信号のスペクトルを示す図



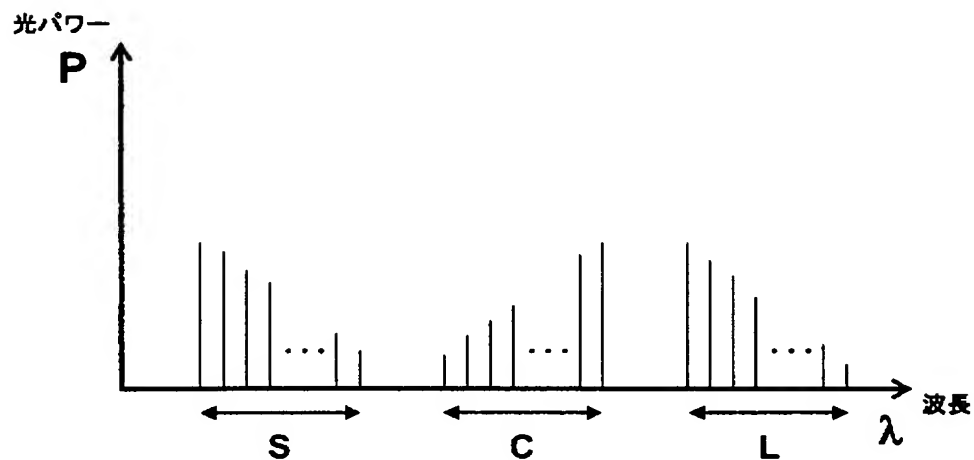
【図 14】

波長安定化フィルタの透過波長特性
の第四の例を示す図



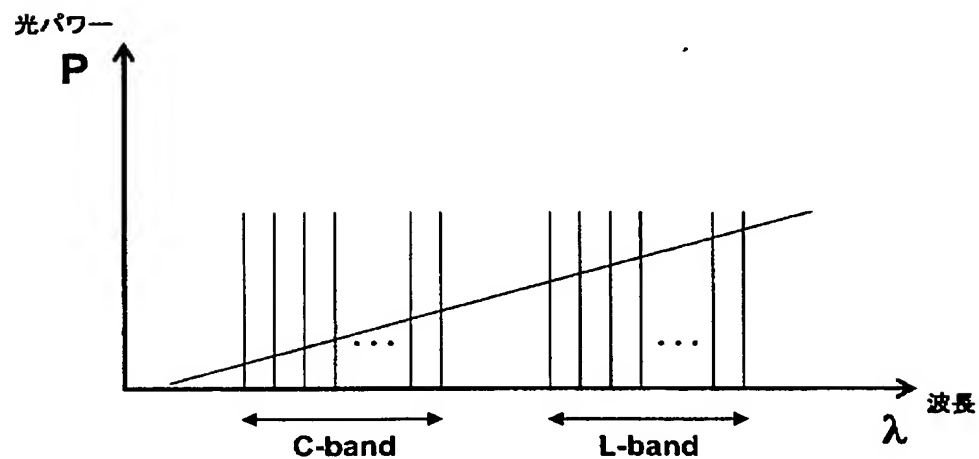
【図 15】

図14に示した特性を有する波長安定化フィルタ透過後のWDM信号のスペクトルを示す図



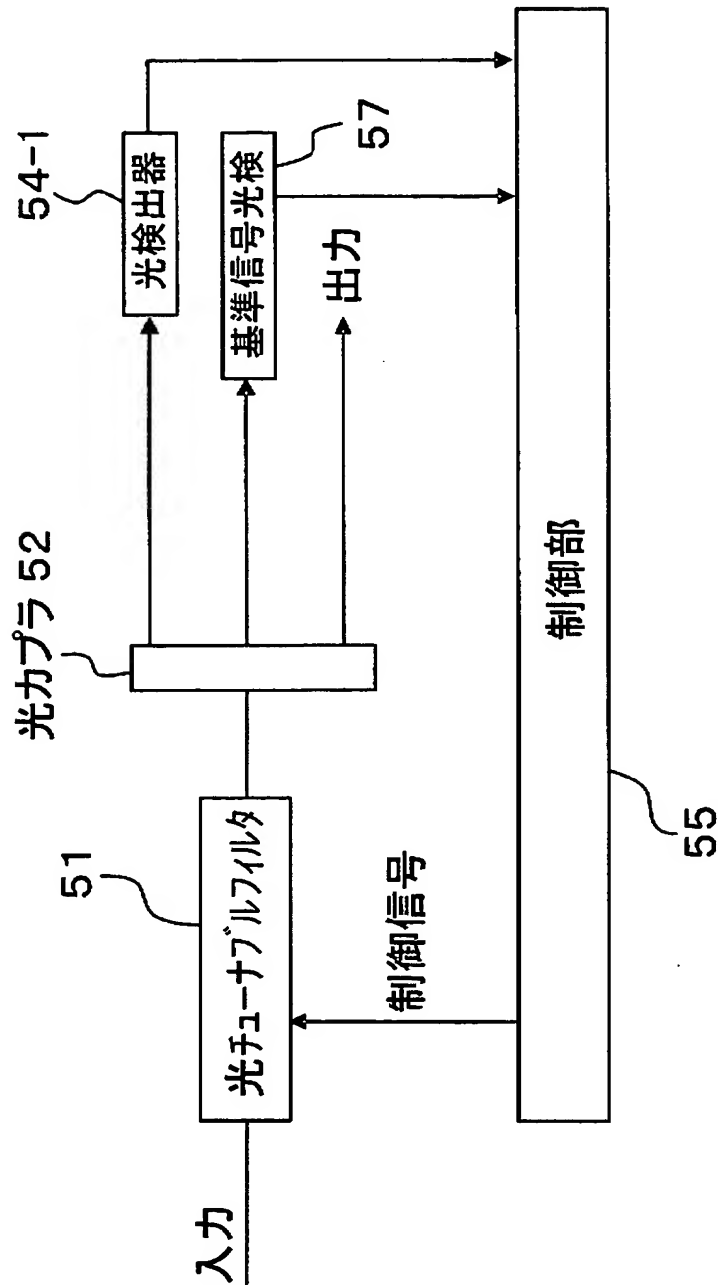
【図 16】

波長安定化フィルタの透過波長特性
の第五の例を示す図



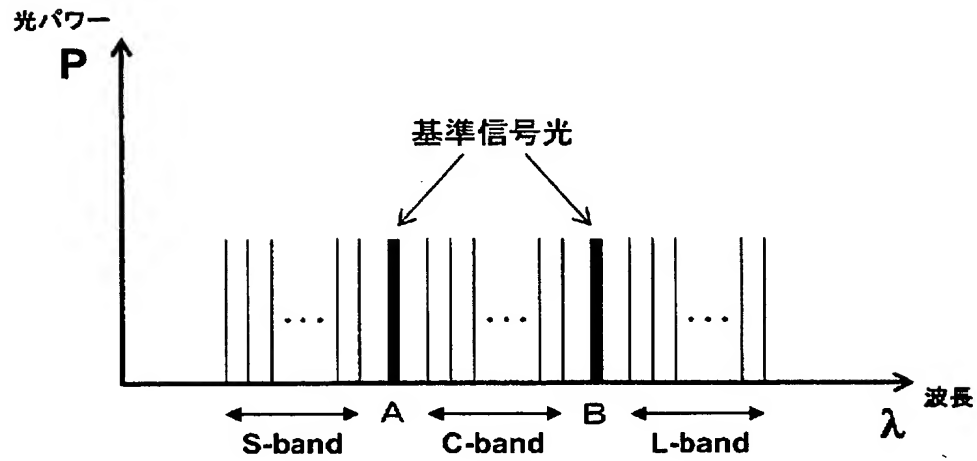
【図 17】

本発明を実施する光チューナブルフィルタ制御回路
の第三の例を示す図



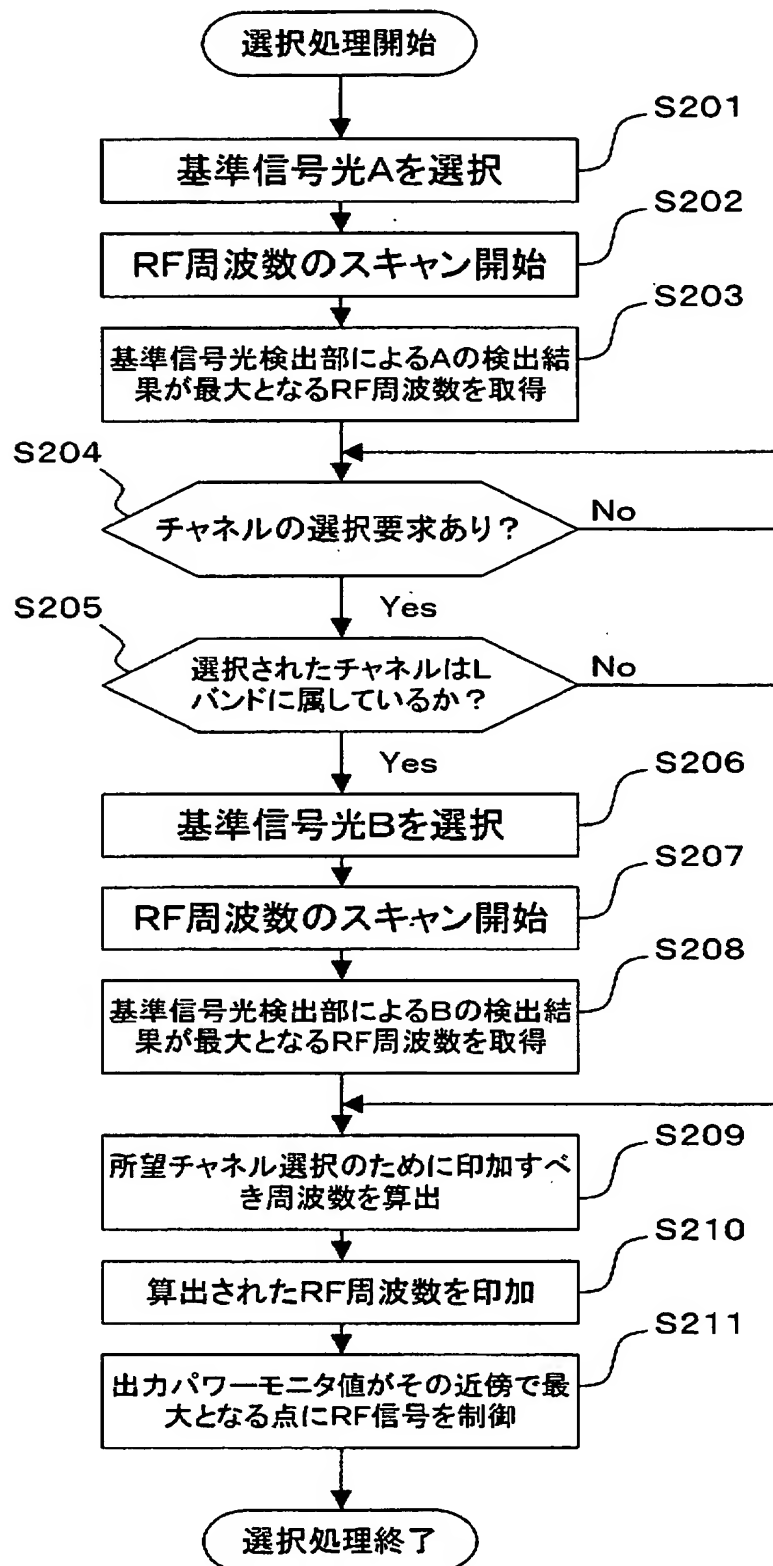
【図 18】

図17の回路に入力される
WDM信号のスペクトルを示す図



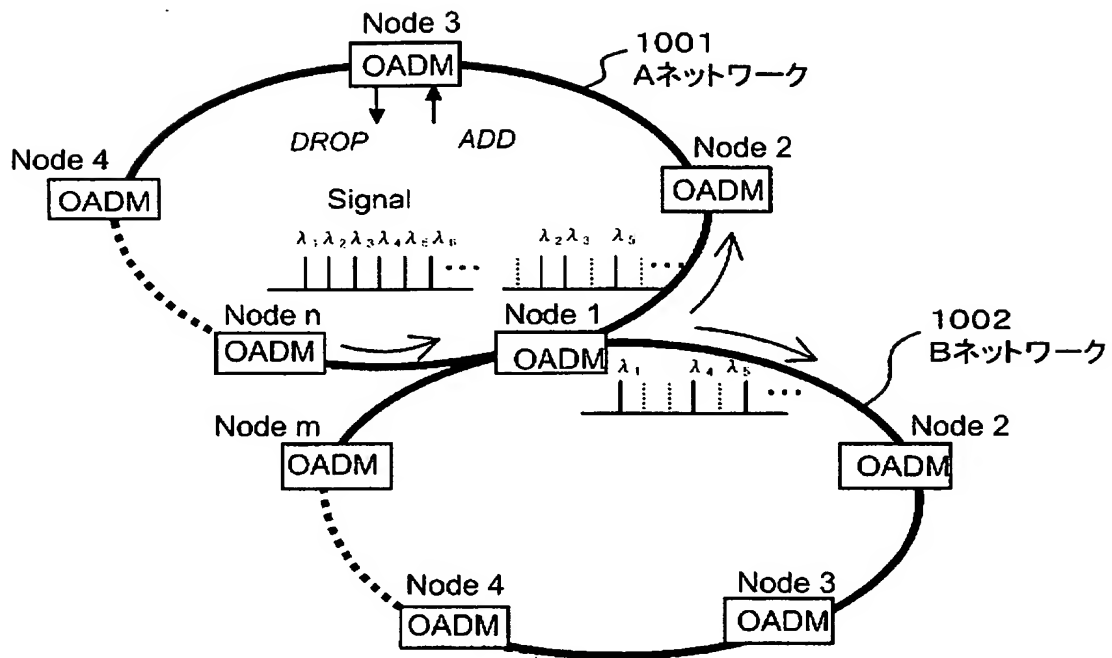
【図19】

選択処理の第二の例の処理内容を示すフローチャート



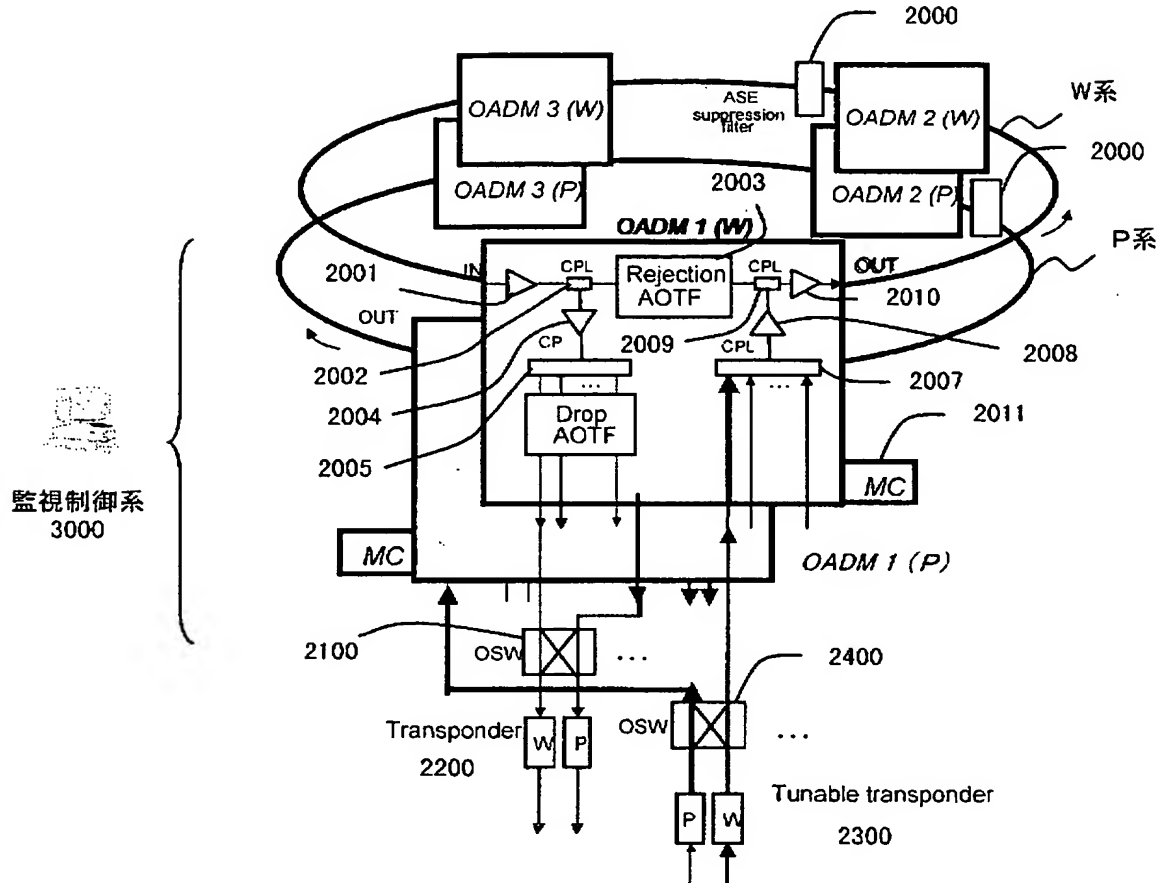
【図 20】

OADMのネットワーク構成例を示す図



【図 21】

AOTFを用いたOADMの構成例を示す図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光チューナブルフィルタを使用して波長分割多重（WDM）信号から所望の信号光を抽出するときに、所望のものとは異なる信号が誤抽出されないように光チューナブルフィルタを制御する手法を提供する。

【解決手段】 波長安定化フィルタ 53 は、波長帯域において連続している第一集合帯域と該第一集合帯域よりも波長の長い波長帯域であって連続している第二集合帯域との間の波長において透過特性の山の頂点を有し、且つ、該山の頂点から該第一集合帯域よりも短波長側へ向けて及び該山の頂点から該第二集合帯域よりも長波長側へ向けて各々直線状に透過特性が低下する透過波長特性を有する。制御部 55 は、波長安定化フィルタ 53 を透過した透過光に基づいて、入力される WDM 信号から所定の波長の信号光を光チューナブルフィルタ 51 に抽出させるための制御信号を生成する。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 3 - 0 5 1 7 4 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 2 3]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

氏 名

富士通株式会社